النبات الإقتصادى

دكتور

عرفه أحمد عرفه

أستاذ ورئيس قسم النبات

كلية الزراعة جامعة المنصورة

الناشر

المكتبة العصرية بالمنصورة

٢٠٠٦

الطبعة الأولى
جمهورية مصر العربية - المنصورة - شارع المستشفى العام المتفرع من شارع الجمهورية
تلفاكس: ٢٢٢١٨٧٥ ٠٥٠ ٠٠٢٠ الرقم البريدى ٣٥١١١ Mail: abindary@yahoo.com

رقم الإيـــداع: ٨٢٣٧ / ٢٠٠٥
الترقيم الدولى: 5-86-6033-977

مقدمة

خلق الله الإنسان الأول بين ظلمات الجهل لا يعرف شيئا عن البيئة التى تحيط به، فهو يرى الشمس تشرق ثم تغرب، والنجوم تتلألأ فى الليل وتختفى فى النهار، والقمر يظهر ثم يختفى، والرياح تعصف والأمطار تهطل، وأوراق الأشجار تتساقط ثم تظهر خضراء من جديد. وهناك نباتات تنمو وتزهر ثم تختفى وتعود. لقد كان الإنسان الأول قانعا بما يأكله من ثمار ودرنات وجذور وبذور وسيقان وأوراق لما يوجد فى محيطه من نباتات. ومن خلال تكرار مشاهدة هذه النباتات، استطاع أن يميز بين ما ينفعه من نباتات وبالتالى يكثر منها، أما ما كان ضارا أو ساما فإنه يتجنبه، معتمدا فى ذلك على شكل النبات ولونه وربما رائحته وطعمه. ومع تعاقب السنين، اخذ العارفون بأمور النباتات فى تبادل المعرفة عن النافع منها ونواحى الاستفادة منها لصالح مجتمعاتهم. ولقد دونت المعرفة فى مخطوطات أو تم نقشها على جدران المقابر. لقد كانت زراعة النباتات أول تطور بارز فى حياة الإنسان، الأمر الذى دفعه إلى الاستقرار وأحيانا التنقل بحثا عن حاجته لتدبير متطلبات حياته.

وتشير المراجع العلمية إلى أنه كانت توجد حضارات قديمة منذ آلاف السنين فى شرق آسيا وغربها ووسطها، وفى منطقة البحر الأبيض المتوسط وفى أمريكا وأفريقيا، وأخرى غيرها. كان اهتمام هذه الحضارات بالنباتات نابعا من كونها مصادر للغذاء، وألياف للكساء، وأعلاف للحيوان، أو دواء للأمراض. ولم يكن هناك اتجاه للبحث عن أسرار حياة النباتات مثل البناء الضوئى والتنفس والتغذية والتركيب الكيماوى أو دورة الحياة أو التلقيح والإخصاب أو تكوين البذور وغيرها من النواحى المرتبطة بحياة النبات.

وبمرور السنين، توالت جهود العلماء والباحثين فى كشف أسرار حياة النبات، وتنوع مجالات الدراسة، وتطور أجهزة البحث الدقيقة، الأمر الذى أدى إلى التعرف على منتجات نباتية عديدة وكذلك الأعضاء النباتية الحاوية لها

والنباتات المنتجة أيضا، فضلا عن العمليات الحيوية التى تحدث داخل النباتـــات لتكوين هذه المنتجات.

ولا يزال العلماء، وسيظلون، يبذلون الجهد لمعرفة المزيد من المنتجات النباتية وتطويرها وتحديد مجالات الاستفادة منهـــا لخيـــر البـــشرية ورفاهيتهـــا والارتقاء بمستوى معيشتها. ولقد تم التعرف على العديـــد مـــن النباتـــات ذات الأهمية الاقتصادية وأصبحت معروفة بأسمائها. هذه النباتات تتنـــوع منتجاتهـــا وبيئتها، ودورات حياتها، ومدى انتشارها، ومع تقدم البشرية ونموهـــا المتزايـــد والمستمر، تزداد حاجتها، يوما بعد يوم، إلى المنتجات النباتية، الأمر الذى يتطلب معرفة متكاملة عن نباتاتها وكيفية الحصول على منتجاتها، ومدى أهميـــة هـــذه المنتجات. لقد تزايد اهتمام العالم بالنباتات ذات الأهمية الاقتصادية مما أدى إلى التوسع فى زراعتها لاستخلاص منتجاتها ذات النفع العـــام، وتحديـــد مجـــالات الاستفادة منها، وربما تكتشف نباتات جديدة، مجهولة الخواص، يمكن التعـــرف على هويتها ومدى أهميتها للإنسان ومنفعته، الأمر الذى يجعـــل البحـــث فيهـــا والتعرف على منتجاتها، ضرورة وهدف.

علم النبات الاقتصادى Economic Botany يختص بدراسة النباتـــات ذات المنفعة الاقتصادية للإنسان من حيث تركيبها، ومنتجاتها، ونواحى الاستفادة منها، وكذلك الأعضاء النباتية المكونة لها. النبات الاقتصادى يمثل واحـــدا مـــن مجالات دراسة النبات، يستمد معارفه من علوم النبات الحديثة بالإضـــافة إلـــى علوم أخرى مثل علم الاجتماع، والجغرافيا والكيمياء و الاقتصاد والتاريخ. هـــذا العلم يتضمن، بصفة عامة، المعرفة المتكاملة عن النواحى الاقتصادية للنباتـــات المستمدة من غيره من علوم النبات.

فى الماضى اعتمد الإنسان البدائى فى حياته على العديد من النباتـــات، بصفة أساسية، كمصدر لغذائه،بينما فى عصرنا الحالى، تنوعت النباتـــات مـــن كونها مصادر للحبوب إلى نباتات خضر وفاكهة بالإضافة إلى منتجـــات نباتيـــة

متنوعة مثل التوابل، والراتنجات، والصموغ، والصبغات، والشموع، والعقاقير، والأخشاب، والألياف، والمطاط، والتبغ، والورق، والبن، والشاى، والعطور وغيرها من المنتجات النباتية. ومع هذا، توجد نواحى ضارة من بعض النباتات ومنتجاتها للإنسان وحيواناته ومقتنياته، مثل عددغير قليل من النباتات السامة، والأحياء الدقيقة، المخدرات، والحشائش التى تعيق نموه وإنتاج نباتات المحاصيل المختلفة.

ويعتبر هذا المؤلف، ثمرة جهد عديد من السنين فى مجالات البحوث فى شتى فروع علم النبات وكذلك التدريس فى كليات الزراعة والعلوم بالجامعات المصرية والعربية. ويتضمن هذا المؤلف معلومات وفيرة عن عدد غير قليل من النباتات وغيرها من أحياء دقيقة، سواء تلك النافعة للإنسان وحيوانه أو التى تسبب أمراضا وتلفا لمقتنياته ومحاصيله، بالإضافة إلى عدد من الطحالب ذات الأهمية الاقتصادية القيمة. كما احتوى هذا المؤلف على عديد من الصور والرسوم التوضيحية لعديد من موضوعات محتوياته.

يود المؤلف أن يكون لهذا المرجع النفع المرجو للطلاب سواء فى المرحلة الجامعية أو طلاب الدراسات العليا التى ترتبط دراستهم بهذا العلم، فضلا عن غيرهم من الباحثين فى مجالات حياة النبات، وفى قطاعات الإنتاج النباتى، من أجل زيادة معارفهم عن النباتات الاقتصادية واستغلال منتجاتها لمنفعة الإنسان وإشباع حاجاته.

أدعو الله تعالى أن يوفقنا إلى تمهيد الطريق أمام المشتغلين والمهتمين بعلوم النبات، لتحقيق النفع للراغبين منهم فى التزود بالمعرفة عن النباتات ذات الأهمية الاقتصادية.

الأهمية الاقتصادية للنباتات

١-النباتات البذرية.
٢-البكتريا والطحالب والفطريات.
٣-أضرار النباتات فى حياة الإنسان.
٤-المنتجات الأساسية للنباتات البذرية.

الأهمية الاقتصادية للنباتات البذرية

تمثل النباتات مغطاة البذور Angiosperms، وهى السائدة على غيرها من المجموعات النباتية، المصادر الرئيسية لمعظم المنتجات النباتية القيمة والضرورية لحياة الإنسان فى وقتنا الحالى والتى تؤثر فى حياته.

١-الأغذية Foods: يحصل الإنسان على غذائه الرئيسى من حبوب نباتات الغلال Cereals مثل القمح والذرة والأرز والشوفان بالإضافة إلى البقول legumes مثل الفول والعدس والبازلاء والفاصوليا وفول الصويا وغيرها، ومن ثمار الفاكهة والخضر، وكذلك زيوت الطعام من عدد من نباتات الزيوت مثل القطن وعباد الشمس وفول الصويا والزيتون. كما يحصل الإنسان على احتياجاته من السكر من نباتات قصب السكر وبنجر السكر. من ناحية أخرى، فإن لحوم الماشية والأغنام والدواجن ما هى إلا أغذية حيوانية تكونت نتيجة لاعتماد هذه الحيوانات فى تغذيتها على أعلاف تتركب بصفة أساسية من منتجات نباتية مثل الغلال وأنواع أخرى من البقول مثل فول الصويا والفول العادى. علاوة على ذلك، فإن حشرة نحل العسل، التى ينتج منها عسل النحل Honey، تعتمد فى تغذيتها على رحيق الأزهار وحبوب اللقاح التى تتكون فى الأزهار.

٢-الألياف النباتية Vegetable Fibers: الألياف عبارة عن خلايا مستطيلة، تتفاوت فى أطوالها تبعا لنوع النبات، جدرها سميكة، تظهر فجوتها على هيئة قناة ضيقة. قد توجد الألياف فى حزم من خلايا ليفية. الليفة، تجاريا، يمثلها

شريط من خلايا ليفية. يستفاد من الألياف النباتية فى صناعة المنسوجات لملابس الإنسان مثل شعر القطن وألياف نبات الكتان، كما ان هناك أليـاف نباتية تستخدم فى صناعة الحبال والخيوط وشباك الصيد وغيرها. من أهم النباتات المنتجة للألياف: القطن، الكتان، الجوت، قنب مانيلا، الرامى والسيسال. تستخدم بعض الألياف، بعد معالجتها كيميائيا، فى صناعة الرايون، السيلوفان والورق وغيره.

٣-الأخشاب Woods: هناك استخدامات عديدة للأخشاب التى يحصل عليها من سيقان مغطاة وعاريات البذور، مثل صناعة الأثاث، وأعمدة التليفونات، فلنكات السكك الحديدية، وصناديق سيارات النقل والمراكب الشراعية والأعمال الخشبية فى المساكن بالإضافة إلى صناعة الصناديق الخشبية وأغراض الوقود. تستخدم بعض الأخشاب فى نواحى طبية مثل خشب نبات الصندل *Santalum album* وشجرة عود الأنبياء *Guaiacum officinale* . يحصل من الأخشاب على منتجات هامة، بعد معاملتها طبيعيا وكيماويا، مثل حمض الخليك، والرايون والورق وغيرها.

٤-التوابل spices: هى منتجات نباتية، ذات رائحة مميزة، تكسب الأطعمة والمشروبات طعما ورائحة مرغوبة، وهى أيضا فاتحة للشهية، كما يستفاد منها فى صناعة العطور، يحصل على التوابل من أعضاء نباتية مختلفة:
(أ) الثمار مثل الأنسون *Pimpinella anisum* والحبهان *Elettaria cardamomum*، (ب) البراعم الزهرية مثل القرنفل العطرى *Syzygium aromaticum*، (ج) الريزومات مثل الزنجبيل *Zingiber officinale* والكركم *Curcuma longa*.

٥-المشروبات الخفيفة Beverages: ويقصد بها المشروبات الخفيفة غير الكحولية مثل الشاى *Camellia sinensis* والبن *Coffea arabica* الذى يحصل منه على حوالى ٩٠% من البن المستهلك فى العالم، والكاكاو

Theobroma cacao، وتمثل جزءا هاما فى حياة الإنسان نظرا لـصفاتها المنبهة والمنعشة والتى ترجع إلى احتواء أوراق الشاى وبذور الـبن علـى مقادير متفاوتة من مادة الكافيين caffeine بينما ترجـع خـواص الكاكـاو المنعشة إلى مقدار ضئيل من مادة theobromine. تعتبر هذه المـشروبات شائعة الاستخدام فى أنحاء العالم ونباتاتها استوائية.

أما المشروبات الكحولية فإنها تمثل منتجات ضمن عمليات تخمـر الـسكر بواسطة الخمائر فى عدد من ثمار وحبوب بعض النباتات مثل العنب والـشعير والبرقوق والتمر.

٦-منتجات الحليب النباتى latex products: الحليب عبارة عن سـائل لـزج نوعا، عكر، يوجد منتشرا فى العديد من أنواع النباتـات، يحتـوى علـى بروتينات وسكريات وزيوت، وقد يحتوى أيضا علـى أحمـاض عـضوية وأشباه قلويدات ومطاط وراتنجات وإنزيمات.

الحليب النباتى يكون عادة أبيض اللون، وأحيانا بنى مائـل للإصـفرار أو أصفر أو أحمر، من أشهر النباتات التى يوجد بها الحليب النباتى والذى يحتـوى على نسبة مرتفعة من المطاط rubber أشجار المطاط من جنس هيفيا *Hevea*. يوجد الحليب النباتى فى تراكيب متخصصة تسمى تراكيـب الحليـب النبـاتى laticifers وهى إما خلايا أو أنابيب أو أوعية تبعا لنوع النبات. تتنوع منتجات المطاط مثل إطارات السيارات، وخراطيم المياه، والأحذية، والملابس المصنوعة من المطاط وأخرى غيرها.

٧-الزيوت الثابتة fixed oils: يقوم النبات ببناء هذه الزيوت وتخزينها فى بذور بعض النباتات مثل فول الصويا والقطن أو لحم الثمار مثل الزيتون ونخيـل الزيت. هذه الزيوت، وغيرها تمثل غذاء" هاما للإنـسان. تـستخدم بعـض الزيوت مثل زيت بذور الكتان وزيت بذور القرطم بصفة أساسية فى صناعة البويات والورنيشات والصابون وحبر الطباعة ومشمع أرضيات الغرف، بينما

تعتبر زيوت جوز الهند والزيتون وغيرها مواد أساسية فى صناعة الصابون.
يستفاد من كسب فول الصويا والقرطم والفول السودانى، بعد استخلاص الزيت، فى تغذية الماشية والدجاج.

٨-الدهون النباتية plant fats: تنتمى الدهون النباتية من الناحية الكيميائية إلى الزيوت الثابتة، غير أنها تكون جامدة على درجة الحرارة العادية. من أهم هذه الزيوت، زيت جوز الهند الذى يستخرج من الثمار حيث يستخدم فى صناعة الحلوى، وطبخ الأطعمة، وصناعة المرجرين والصابون ومستحضرات التجميل، وكذلك زيت نخيل الزيت الذى يستخرج من لحم الثمار، وزيت بذور النخيل الذى يستفاد منه فى صناعة الصابون والمرجرين وزيوت التشحيم وصناعة الشموع.

٩-الصموغ gums: هى مواد طبيعية مشتقة من السليلوز وغيره من المواد الكربوهيدراتية، تنتج من أنواع معينة من الأشجار والشجيرات مثل شجرة السنط السنغالى *Acacia senegal* وشجرة الكثيراء *Astragalus gummifer*. تستخدم الصموغ الطبيعية كمادة لاصقة، وتجهيز المنسوجات، وطبع الأقمشة وصناعة أقراص الأدوية والمثلوجات والحلويات.

١٠-الشموع النباتية plant waxes: هى مواد عضوية تترسب على أسطح أوراق أو سيقان أو ثمار بعض النباتات فى صورة حبيبات أو طبقات تكون أحيانا سميكة. يعتبر شمع carnauba أكثر الشموع النباتية قيمة من الناحية الاقتصادية، حيث يوجد مترسبا فى صورة طبقات على أسطح أوراق نبات نخيل الشمع *Copernicia prunifera*، وقد يصل سمك طبقة الشمع إلى حوالى خمسة ملليمترات. يستفاد من هذا الشمع فى صناعة شموع الإضاءة candles، وطلاء الأحذية، وصناعة اسطوانات الحاكى، توجد شموع نباتية أخرى مثل شمع ميرتل الذى يحصل عليه من ثمار شجيرات نبات *Myrica pensylvanica*، حيث يترسب الشمع فى طبقات تفرزها شعور غدية.

١١-الزيوت الطيارة volatile oils: تعرف هذه الزيوت ايضا باسـم الزيـوت الأساسية أو العطرية، تتميز برائحتها العطرة وتطايرها فى درجات الحرارة المنخفضة، وهى نواتج ثانوية لعمليات التحول الغذائى. توجد أعداد كبيرة من نباتات مغطاة البذور،تحتوى بعض أعضائها على زيوت عطرية مثل بتلات أزهار الورد والياسمين، وأوراق النعناع والعطر، وبذور الحبهـان، وثمـار الليمون والأنسون، والبراعم الزهرية للقرنفل العطرى. توجد بعـض هـذه الزيوت فى نسيج الخشب مثل خشب السيدر أو الريزومات كما فى الكـركم وأخرى غيرها. تستخدم بعض هذه الزيوت فى إنتـاج العطـور وصـناعة الصابون والبعض الآخر فى صناعة الأدوية وأدوات التجميل، وفى صـناعة المبيدات الحشرية مثل زيت السترونيللا. ترجع الرائحة المميزة والنكهة فـى بعض الأطعمة إلى عدد من هذه الزيوت العطرية.

١٢-الراتنجات resins: هى مواد معقدة التركيب تتكون نتيجة للأكسدة الكلية أو الجزئية للزيوت الأساسية، وهى إما صلبة أو هشة أو طرية، لا تذوب فـى الماء وإنما تذوب فى الكحول والكلوروفورم والأسيتون، وهى إما غير ملونة أو برتقالية، أو حمراء، أو بنية، أو سوداء اللون. بعض الراتنجات يوجد فى صورة سائل لزج، وبعضها يكون رائقا والبعض الآخر يكون عكرا.

تنتج الراتنجات داخليا فى تراكيب تسمى الغدد الراتنجية resin glands أو فى قنوات راتينجية resin canals، وقد توجد فى نسيج الخشب، وقد تتكون نتيجة لجرح يحدث فى النبات. تعتبـر المـصطكى mastich واللبـان الـدكر frankinsence والمر mirrh والقلفونية colophony وبلسم كنـدا canada balsam والكوبال copal من الراتنجات الشائعة. تستخدم الراتنجات كمثبتـات للعطور، وصناعة حبر الطباعة والورق والصابون والورنيشات التى تستخدم فى طلاء الأشغال المعرضة للجو، كما أن بعضها له أهمية طبية مثل بلـسم كنـدا وبلسم بيرو.

١٣-الصبغات dyes: يحصل على الصبغات النباتية من أنسجة أعضاء نباتيـــة مختلفة مثل الأزهار والأوراق و الريزومات وخشب الساق لعدد من النباتات مغطاة البذور. تستخرج صبغة الهيماتوكسيلون haematoxylin من الخشب الصميمى لشجرة البقم الأسود *Haematoxylum campechianum*، حيث يستفاد منها فى صبغ التحضيرات الميكروسكوبية لبعض الأنـــسجة النباتيـــة، والمنسوجات وصناعة الحبر، كما تستخدم أيضا فى الطب كمادة قابضة. من الصبغات النباتية الأخرى صبغة الزعفران saffron والتى يحصل عليها من مياسم وقمم أقلام زهرة نبات الزعفران *Crocus sativus* وتستخدم كمـــادة ملونة للأغذية وبعض الأدوية، وصبغة الأناتو annatto التى تستخرج مـــن بذور نبات *Bixa orellana*.

١٤-الدباغ tannins: هى مواد عضوية ذات طعم قابض مر، لا يخلـــو نـــسيج نباتى منها. تستخدم الدباغ فى صناعة الحبر العادى ودباغة الجلـــود، وفـــى بعض النواحى الطبية. تعتبر الدباغ من مخلفات عمليات التحول الغذائى فـــى النبات. تستخرج الدباغ من قلـــف شـــجرة البلـــوط الكـــستنائى *Quercus castaneifolia*، وكذلك قلف شجر التين الهنـــدى *Rizophora mangle*، ومن أوراق سماق الدباغ *Rhus coriaria*، وثمار شجرة الـــشعير الهنـــدى *Terminalia chebula* وغيرها.

بالإضافة إلى ما تقدم، توجد منتجات نباتية أخرى مثل التبغ tobacco، والفلين cork الذى يحصل عليه من شجرة بلـــوط الفلـــين *Quercus suber*، ومادة chicle المستخدمة فى صناعة اللبان، وكذلك عدد من المواد المخدرة مثل الأفيون opium. هذا بالإضافة إلى نواتج النباتات الطبية والتـــى تـــدخل فـــى صناعة الأدوية.

من ناحية أخرى، يعمل الكساء الخضرى على حفظ التربـــة الزراعيـــة ومنع تآكلها، كما أن معظم الأيدى العاملة تعمل فى زراعة النباتـــات المختلفـــة،

ومصانع الخامات النباتية. وتعتبر زراعة نباتات الزينـــة المختلفـــة ذات قيمـــة اقتصادية هامة فضلا عن الاستمتاع بجمال أزهارها ونباتاتها وروائحتها بالإضافة إلى المسطحات الخضراء المنتشرة بالحدائق. علاوة على ذلك، توفر النباتـــات مأوى وغذاء للحيوانات البرية التى تعيش فى مناطق الغابات كما تزيد النباتات، بصفة عامة، من استمتاع الإنسان بالحياة وجمال الطبيعة النباتية نظرا لقيمتهـــا الجمالية فضلا عن دور النباتات فى تنقية البيئة من خلال استهلاك ثانى أكـــسيد الكربون أثناء عملية البناء الضوئى.

الأهمية الاقتصادية للطحالب والبكتريا والفطريات

أولا: الطحالب

ترتبط الطحالب منذ قديم الزمن بالإنسان، فقد اســـتخدمت، ولا تـــزال، كغذاء، وعلف للحيوانات، وكسماد عضوى. تستخدم الطحالب أيضا فى الصناعة تحصول على منتجات ذات قيمة اقتصادية مثل الأجار واليود وحمض الألجينيك والدياتوميت diatomite. ومع هذا، يتسبب عن الطحالب أحيانا بعض الأضرار، ولهذا، يمكن ان تصنف تبعا لأهميتها إلى (أ) طحالب مفيدة، (ب) طحالب ضارة.

أ-المجالات ذات المنفعة:

١-الأجار agar: مادة غير نتروجينية تنتمى إلى مجموعة الـــسكريات العديـــدة تستخرج مـــن الطحالـــب الحمـــراء *Rhodophyta* مثـــل بعـــض أنـــواع *Chondrus. Gigartina. Gracilaria. Geledium* وأخـــرى غيرهـــا. يستخدم الأجار فى تحضير البيئات الصناعية للمـــزارع الميكروبيـــة، كمـــا يستخدم أيضا فى تجهيز بعض الأطعمة، ومـــساحيق التجميـــل، والأدويـــة، والجلود والمنسوجات. تعتبر اليابان من الدول ذات الإنتاج الوفير من الأجار إلى جانب دول أخرى.

٢- مشتقات حمض الألجينيك alginic acid derivatives: وهذه تستخرج من بعض أنواع الطحالب البنيـة *Phaeophyta* مثـل لاميناريـا *laminaria* وطحلب *Macrocystis*. يوجد حمض الألجينيك ضمن تركيـب الـصفائح الوسطى والجدر الابتدائية لخلايا جسم الطحلب مرتبطا مع حمض فيوسينيك fucinic acid، الأمر الذى يكسب الجدر الخلوية للطحلب قواما هلاميا، قـد يوجد حمض الألجينيك أيضا فى المسافات البينية للخلايا الجدارية، وتتراوح نسبته من ١٤- ٤٠% من الوزن الجاف للطحلب، تبعا لموسم النمو ونـوع الطحلب وبيئة النمو، يستخدم هذا الحامض ومشتقاته كعامل مثبت فى تعبئـة بعض الأغذية حيث يجعلها سريعة التماسك، كما يدخل فى صـناعة النـسيج حيث يجعل الأنسجة غير قابلة للبلل، فضلا عن هذا، يـدخل فـى صـناعة المطاط واللحوم ذات القـوام الجيلاتينـى، ومـساحيق الأسـنان، والجيلـى والحلويات وتحسين قوام الجيلاتى التجارى.

٣- كاراجينن carrageenan: تستخرج هذه المادة من طحلـب ينتمـى إلـى الطحالب الحمراء يسمى *Chondrus* حيث تستخدم فى صـناعة معجـون الأسنان والبويات، وصناعة بنجر السكر، ومستحضرات التجميل، ومزيلات الروائح الكريهة، وصناعة الجلود. كما تدخل فى صـناعة بعـض نـواتج الأطعمة مثل الشيكولاتة باللبن والجيلاتى والحلويات الأخرى.

٤- الدياتوميت diatomite: هى بقايا الدياتومات الحفرية المتراكمة من الهياكل السيليكية لأنواع من الطحالب تعرف بإسم الدياتومات Diatomes. تراكمت هذه الهياكل فى مناطق معينة من البحار وكذلك فى المياه العذبة. تحتوى هذه الرواسب الطبيعية على حوالى ٨٥% من السليكا. تستخدم مادة الـدياتوميت فى صناعة مواد تلميع المعادن، وصـناعة البطاريـات، والمـواد العازلـة للحرارة، ومرشحات الزيت، وصناعة الورق، والبويات. يصل عدد أنـواع الدياتومات إلى حوالى خمسة آلاف نوع، ونظرا لكثرتها وتركيبها الفريد، فقد

عرفت باسم "جواهر المملكة النباتية". توجد هذه التراكمات والتى يطلق عليها "الأرض الدياتومية" فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية، وكذلك روسيا وأسبانيا ودول أخرى. لقد ذكر أن إحدى هذه التراكمات تميزت بقاعدة مساحتها حوالى ١٢ ميل مربع وبلغ ارتفاعها حوالى ٣ آلاف قدم، وقدر أن البوصة المكعبة منها تحتوى على حوالى ٤٠ مليون هيكل دياتومى.

٥-الغذاء والأعلاف: يوجد حوالى ١٠٠ نوع من الطحالب يستفاد منها كغذاء.

أ-غذاء الإنسان: تضاف الطحالب الطازجة من بعض أنواع الطحالب البنية، والحمراء، والخضراء، إلى أغذية معينة لا سيما فى دول الشرق الأقصى وجزر المحيط الهادى. فى أوروبا وشمال أمريكا تؤكل سيقان طحلب لاميناريا كغذاء، بينما فى جنوب أمريكا، يجفف طحلب خس البحر *Ulva* ويملح ويباع تحت اسم cachyuga. يعتبر اليابانيون والصينيون وسكان جزر المحيط الهادى هم المستهلكون الأساسيون للطحالب.

يجهز kombu، مثلا، من طحلب لاميناريا *Laminaria*، وغيره من الطحالب البنية والتى تعرف باسم kelps نظرا لحجمها الكبير، حيث يؤكل مع السمك والأرز. كما أن هناك طحالب تزرع فى دول مختلفة مثل اليابان والفلبين، وهناك طحالب متنوعة يستفاد منها كغذاء مثل *Ulva*، *Monostroma*، *Porphyra* وأخرى عديدة غيرها، لقد وجد أن زراعة نوع من جنس *Chlorella*، وهى من الطحالب الخضراء، وحيدة الخلية، غير المتحركة، كروية الشكل، التى تعيش فى المياه العذبة، وفى خلايا بعض الحيوانات المائية مثل الإسفنج والهيدرا، تعطى كمية هائلة من المادة الجافة ذات القيمة الغذائية المرتفعة حيث تحتوى على حوالى ٥٠% بروتين. المشكلة الرئيسية فى هذا الصدد تتركز فى تكاليف الإنتاج وصلاحيته للهضم وهى محل دراسة حاليا.

ب-علف الحيوانات: يستفاد من بعض الطحالب مثـل لاميناريـا *Laminaria* والفيوكس *Fucus* وغيرها كعلف للحيوانات، حيث يوجد فى كل من اسكتلندا والنرويج والدنمارك وفرنسا والولايات المتحدة الأمريكية ونيوزيلندا، مصانع لتصنيع الطحالب كعلف للحيوانات. فـى نفـس الوقـت، يـستخدم طحلـب *Sargassam* وهو من الطحالب البنية، علفا للماشية فى الصين واسـكتلندا وإيرلندا، حيث ذكر ان هذه الطحالب تؤدى إلى زيادة إنتاج كل مـن اللـبن والبيض.

٥-غذاء الأسماك: تعتبر الطحالب فى البلانكتون النباتى phytoplankton ، سواء فى البحار أو المحيطات، وكذلك فى الميـاه العذبـة، والمثبتـة فـى الصخور، الغذاء الرئيسى للأسماك والحيوانات البحرية. لقد وجد فى أمعـاء أحد الحيتان الزرقاء التى يبلغ طولها حوالى ٣٠ مترا ويزن حوالى ٦٠ طن، ما مقداره حـوالى ٢ طـن مـن طحالـب متنوعـة مثـل *Cladophora* *Odogonium* ، *Ulothrix*. كما توجد أنواع من الطحالب تعـيش فـى بحيرات المياه العذبة، وتستفيد منها الأسماك فى تغذيتها.

٦-الفيتامينات vitamins: تعتبر بعض طرز الطحالب غنية بالفيتامينات مثـل فيتامينات a.b.c.e. مثلا دياتوم *Nitzchia* يكون غنيا بفيتامين a بينما يتميـز طحلب أولف *Ulva* بوجود فيتـامين b، كمـا أن طحلـب *Alaria* غنـى بفيتامين c.

٧-المنافع الطبية:

أ-نظرا لاحتواء أنواع معينة من الطحالب على نسب مرتفعة من اليـود، فإنـه يستفاد من الطحالب البنية فى استخلاص بعض العقاقير الطبية التى تعالج بها أمراض الغدة الدرقية. كما تستخدم مستخلصات مـن طحلـب *Corallina* وكذلك طحلب *Codium* فى علاج الكلية والمثانة وامراض الرئة.

ب-المضادات الحيوية: لقد وجد أن طحلب *Chlorella* يحصل منه على مضاد حيوى يسمى Chlorellin يثبط نمو أنواع معينة من البكتريا. كما يجهز مضاد حيوى آخر ضد البكتريا من احد أنواع الدياتومات.

جـ-يعتبر طحلب يوجلينا *Euglena* حساسا جدا لفيتامين b، ولهذا يستفاد من هذه الخاصية فى الكشف عن دم المصابين بمرض الأنيميا. كما يجهز عقار fucoidix من بعض الطحالب البنية، ضد تجلط الدم.

٨-استخدام الطحالب فى الزراعة:

هناك عدد من الطحالب البنية والحمراء، تستخدم كأسمدة عضوية لاسيما فى المزارع القريبة من الشواطىء. هذه الطحالب تكون فقيرة فى النتروجين والفوسفور، إلا أنها غنية بالبوتاسيوم. لقد ثبت أن أنواع من جنس طحلب نوستوك *Nostoc* وطحلب *Anabaena*، وهما من الطحالب الخضراء المزرقة، يستفاد منها فى تثبيت نتروجين الهواء فى اجسامها مثلما هو الحال فى البكتيريا، الأمر الذى يزيد من مقدار النتروجين فى التربة وبالتالىزيادة المحصول مثل نبات الأرز. كما أشار أحد العلماء إلى أن الطحالب الخضراء المزرقة مثل نوستوك *Nostoc* يمكن استخدامها فى إصلاح الأرض القلوية.

٩-تشييد المبانى الخفيفة: فى ألمانيا، أمكن خلط انواع من الطحالب مع الأسمنت لبناء مساكن خفيفة، مقاومة للحرارة.

١٠-طحالب المياه العذبة وحيدة الخلية مثل كلوريلا *Chlorella* تستخدم فى البحوث العلمية لبساطة تركيبها وإمكان مشاهدة مكوناتها الخلوية. كما تستخدم الدياتومات بجدرها المزخرفة والشفافة فى اختبار قوة عدسات الميكروسكوبات، ويمكن زراعة طرز معينة من الطحالب فى بيئات صناعية معينة بغرض الاستفادة منها لإنتاج مصادر إضافية من الغذاء.

١١-أوضحت البحوث أن حوالى ٩٠% من عمليات البناء الضوئى يحدث فى النباتات المائية، والتى تمثل الطحالب جزءا هاما منها. تزيد الطحالب من كمية

الأكسجين فى بيئتها من خلال قيامها بعملية البناء الضوئى، وبذلك تمد الأسماك وغيرها من الأحياء البحرية بحاجتها منه.

ب–أضرار الطحالب:

١–**الطحالب المتطفلة:** تسبب بعض الطحالب المتطفلة مثل *Cephaleuros* خسارة كبيرة لمزارع البن والشاى وخفضا لمحصولهما.

٢–تسبب إفرازات بعض الطحالب، لاسيما الخضراء المزرقة، تلوثا فى صهاريج المياه، وحمامات السباحة، وتكسب المياه رائحة كريهة وضارة بالصحة. كما يؤدى تراكم هذه الطحالب على مرشحات المياه إلى انسداد هذه المرشحات.

٣–تراكم الطحالب على غواطس البواخر يؤدى إلى خفض سرعتها، ربما إلى حوالى ٥٠%، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة نفقات الملاحة البحرية.

٤–قد يؤدى كثرة الطحالب فى برك المياه العذبة إلى موت الأسماك نتيجة لتنافس الطحالب والأسماك فى الحصول على الأكسجين اللازم لكل منهما لاسيما خلال فترات الليل.

٥–موت الإنسان: موت الإنسان نتيجة للتسمم الناتج عن استهلاك الأسماك، يرجع إلى طرز من الطحالب البيرية *Pyrrophyta* تسمى الأعشاب الطحلبية الدوارة السوطية *Dinoflagellates*، وهى طحالب بحرية، وحيدة الخلية، تتركب جدرها من قطع مرتبة فى هيئة صفائح مفصلية، ومزودة بسوطين للحركة وهى شائعة فى البلنكتون النباتى. يسبب أحد أنواع هذه المجموعة طاعونا للأسماك يؤدى إلى موت الملايين منها. يسمى هذا الطحلب *Gymnodinium* ويتكاثر بسرعة فائقة لدرجة أن اللتر من ماء المحيط يحتوى خلال فترة تكاثره، على أكثر من عشرة ملايين فرد منه. يفرز طحلب *Gonyaulax* سموما تتراكم داخل أجسام الأسماك لعدة شهور دون ان تفقد سميتها. ونتيجة للتغذية على هذه الأسماك، يصاب الإنسان بدوخة، وتبدأ الاضطرابات العصبية التى تنتهى بالوفاة. لقد مات حوالى ٢/١ بليون سمكة

فى خليج المكسيك عـام ١٩٦٩ خـلال ثمانيـة اشـهر بـسبب طحالـب *Dinoflagellates*.

تؤدى الإفرازات السامة لعدد من الطحالب الخضراء المزرقة إلى موت الأغنام والخيول والماشية والتى تشرب من هذه المياه الملوثة بالإفرازات السامة فى مياه البرك. كما تؤدى المواد السامة التى يفرزهـا طحلـب *Microcystis* الذى يعيش فى المياه العذبة فى البحيرات والبرك إلى تضخم كبـد الحيوانـات وعدم تجلط الدم واحتقان الطحال.

ثانيا: البكتريا والفطريات

أ-المنافع الاقتصادية:

١-تستخدم بعض أنواع البكتيريا فى صناعات مختلفة مثل الخـل والمخلـلات ومنتجات الألبان وتعطين الكتان والتيل. كما تستخدم بعـض الخمـائر فـى صناعات كحول الإيثيل والمشروبات الكحولية.

٢-تقوم البكتريا والفطريات بتحليل بقايا أجسام النباتات والحيوانات إلى مركبات بسيطة يستفيد منها النبات فى تكوين غذائه وصنع منتجاته وبنـاء أنـسجته، وبذلك تستكمل دورة العناصر فى الكون ويتم حفظ التـوازن البيئـى بـين ظاهرتى الهدم والبناء.

٣-تلعب بكتريا العقد الجذرية دورا هاما فى حياة النبات وذلك عن طريق إمداد النبات البقولى ببعض النيتروجين اللازم لحياته من جهة، وزيـادة محتـوى التربة منه من جهة أخرى، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة إنتاجية المحاصـيل المختلفة.

٤-تستخدم بعض أنواع من فطر عيش الغراب *Agaricus* كغذاء فـى منـاطق كثيرة من العالم.

٥-يستفاد من بعض الأشنات *Lichens* بعد حصادها وتجفيفها فى تغذية الإنسان فى بعض المناطق الباردة، وأحيانا يستفاد منها كغذاء للماشـية. كمـا تقـوم

الأشنات أيضا بإفراز أحماض عضوية تساعد فى تفتيت الصخور التى تنمو على أسطحها وتجعل منها- بمرور الوقت- تربة صالحة لنمو غيرها من النباتات الراقية.

كما يستفاد من الأشنات أيضا فى صناعة دبغ الجلود والصابون، فضلا عن أنه يحصل من بعض الأشنات على صبغات متنوعة مثل صبغة عباد الشمس وصبغة orchil ذات اللون الأزرق والتى تستخدم فى صبغ المنسوجات.

ب-أضرار البكتيريا والفطريات:

- تعتبر بعض أنواع البكتريا والفطر من أهم مصادر العدوى والأمراض، لكل من الإنسان والحيوان على السواء بل وللمحاصيل المختلفة أيضا، نظرا لما تسببه لها من أمراض مختلفة ينتج عنها خسائر فادحة. كما أنها تسبب فسادا للأغذية وتلفا لكثير من الصناعات والمواد الخام اللازمة لها.

الآثار الضارة للنباتات فى حياة الإنسان.

بالرغم من أن للنباتات كل ما تقدم من منافع اقتصادية هامة فى حياة كل من الإنسان والحيوان إلا أن لها أيضا العديد من الآثار الضارة التى يمكن إجمالها فيما يلى:

١-تعتبر النباتات الاقتصادية مسئولة مسئولية مباشرة عن استغلال بعض الدول لغيرها بل واستعمارها من اجل الحصول على هذه النباتات ومنتجاتها كمصدر هام للمواد الخام اللازمة للصناعة.

٢-إدمان تعاطى المخدرات وما ينشأ عنها من تجارة محرمة يعتبر من اخطر الجرائم والأمراض الاجتماعية فى عالمنا المعاصر.

٣-تحتوى بعض النباتات على مواد سامة تؤثر تأثيرا ضارا على صحة الإنسان والحيوان مثل أشباه القلويات alkaloids فضلا عن أن حبوب لقاح بعض النباتات تسبب تهيجا فى الأنف وآلاما فى الأعين.

تقسيم النباتات ذات الأهمية الاقتصادية

تعتبر مغطاة البذور المصدر الرئيسى والهام لمعظم المنتجات النباتية ذات الأهمية الاقتصادية، وعلى الرغم من هذا، توجد أيضا بعض النباتات اللازهرية والتى تعتبر ذات أهمية اقتصادية بالغة مثلما هو الحال فى بعض نباتات عاريات البذور وبعض النباتات الحزازية والسرخسية. وعلى هذا الأساس، ونظرا لتعدد المنتجات النباتية وتباين صورها، فإنه يمكن تقسيم النباتات المنتجة لها تقسيما صناعيا يعتمد أساسا على طبيعة هذه المنتجات والغرض من زراعتها بصرف النظر عن علاقة القرابة الوراثية بين هذه النباتات. تقسم النباتات من حيث الغرض من زراعتها إلى الأقسام التالية تبعا للمنتج الرئيسى لها:

١-نباتات منتجة للنشا.

٢-نباتات منتجة للسكر.

٣-نباتات منتجة للبروتين.

٤-نباتات منتجة للزيوت.

٥-نباتات منتجة للألياف.

٦-نباتات التوابل.

٧-أشجار الغابات.

٨-النباتات الطبية والعطرية.

٩-نباتات المشروبات.

١٠-النباتات السامة.

المنتجات الرئيسية للنباتات الاقتصادية

يوجد العديد من النواتج الاقتصادية الهامة للنباتات البذرية، قد تكون مخزنة فى أعضاء خاصة مثل السيقان الأرضية والجذور بالإضافة إلى البذور والثمار أو فى أنسجة ميكانيكية مثل الألياف أو زوائد نامية من البذور مثل شعر

القطن. كما أن بعض هذه النواتج النباتية عبارة عن إفرازات من الخلايـــا مثـــل المطاط والراتنجات والزيوت الطيارة. ومن أهم المنتجات النباتية ما يلى:

١-مواد الغذاء ٢-الألياف ٣-منتجات الغابات ٤- التوابل
٥-المشروبات ٦-الزيوت العطرية ٧- العقاقير الطبية ٨-الورق
٩-الشموع ١٠مواد التدخين

مواد الغذاء

المواد الكربوهيدراتية carbohydrates

تعتبر المواد الكربوهيدراتية هى المكون الرئيسى لجميع أنسجة النبات، وتعتبـــر السكريات والنشا والسليلوز أهم الصور التى تخزن عليها المواد الكربوهيدراتية فى النبات.

١-السكريات Sugars

من أهم السكريات التى تخزن فى النبات، السكروز والجلكوز والفركتوز.

أ-السكروز sucrose: هو سكر ثنائى يعتبر من أهم الـــسكريات مـــن الناحيـــة الاقتصادية، ويخزن بكمية وافرة فى سيقان نبات قصب السكر *Saccharum officinarum*، وجـــذور نبـــات بنجـــر الـــسكر *Beta vulgaris var. altissima*، كما أنه يخزن أيضا فى سيقان نبات ســـكر الاســـفندان *Acer saccharum* وذلك بكميات مناسبة، إلا أن استخراج السكر تجاريا يقتـــصر على نباتى قصب السكر وبنجر السكر. ولكى يستفيد النبات من سكر القصب (السكروز) فلابد أن يحدث تحلل مائى إنزيمى Hydrolysis تكون نتيجتـــه تحول السكروز إلى سكر أحادى (جلكوز، فركتوز)، حيـــث يـــساعد إنـــزيم الأنفرتيز invertase الموجود فى خلايا الأوراق الخضراء وكـــذلك الثمـــار والحبوب والسيقان فى إتمام هذا التفاعل.

ب-الجلكوز glucose: هو سكر أحادى، يوجد فى جميع خلايا النبات الحيـــة، وفى عصير العديد من الثمار، كالتمر والجوافة والكمثرى والطماطم والعنب.

يعتبر سكر الجلوكوز من أحلى السكريات، فضلا عن كونه أهم الـسكريات شائعة الانتقال فى النبات، كما أنه يخزن أحيانا بكميات مناسبة فـى سـيقان نبات الذرة *Zea mays*.

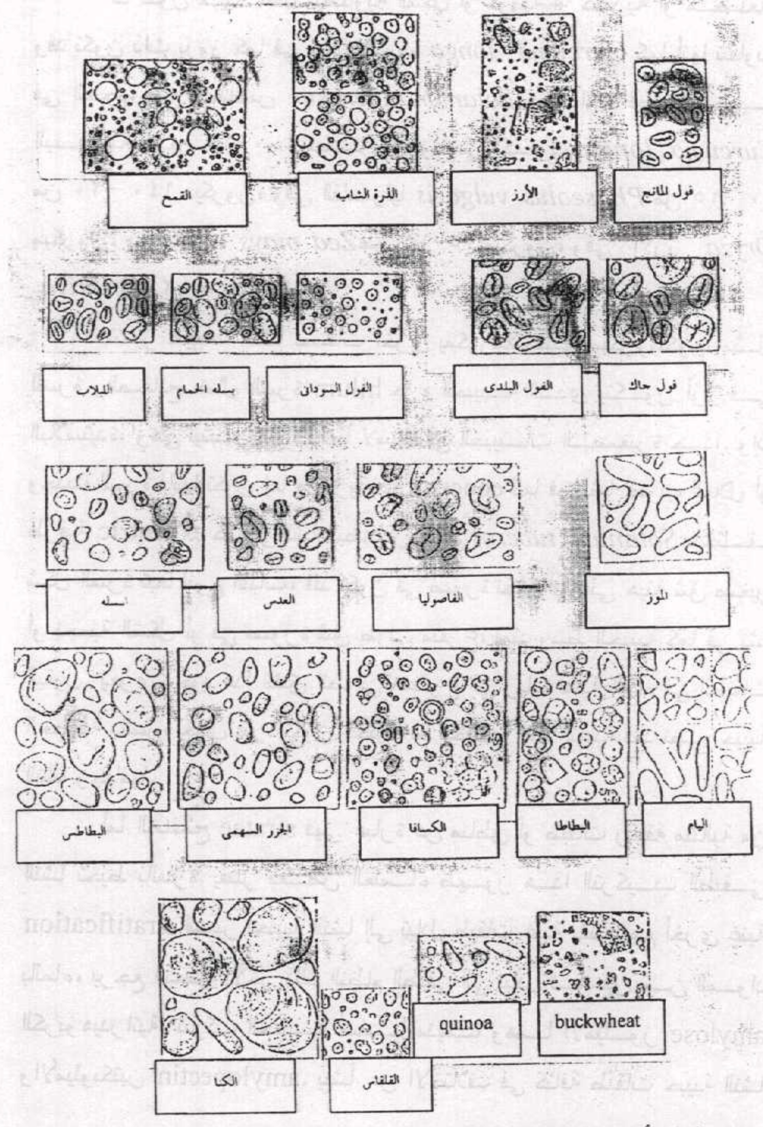
جـ-الفركتوز fructose: هو سكر أحادى، يمثل مكونا ثابتـا لعمليـة البنـاء الضوئى، يوجد منتشرا مع الجلوكوز فى أعضاء التخزين، وهو على درجـة عالية من الحلاوة عند مقارنته بالسكريات الأخرى.

٢-النشا starch:

يمثل النشا أهم صور تخزين المواد الكربوهيدراتية فى النبـات، حيـث يوجد بمقادير متفاوتة فى الغالبية العظمى من النباتات. يـتم بنـاء النـشا مـن الجلوكوز الذى يتكون خلال عملية البناء الضوئى فى البلاسـتيدات الخـضراء. يتحول النشا خلال الليل إلى جلكوز ثم ينتقل من الأوراق إلى أعضاء أخرى فى النبات حيث يستهلك أو يخزن. النشا الذى يتكون فى البلاستيدات الخضراء يسمى النشا الانتقالى، أما النشا الذى يخزن فى اعضاء النبات المختلفة يـسمى النـشا الاختزانى. يتحول الجلكوز إلى نـشا مخـزن داخـل البلاسـتيدات النـشوية amyloplasts، وقد يتحول جزء منه إلى جلكوز ثانية لكى يستفيد منه النبات فى عملياته الحيوية.

تركيب حبيبة النشا (شكل ١):

يخزن النشا فى خلايا النبات فى صورة حبيبات ميكروسكوبية عديمة اللـون، لا يزيد قطر أكبرها عن ١٥٠ ميكرون، تعـرف باسـم حبيبـات النـشا starch grains. تختلف هذه الحبيبات فى صفاتها المورفولوجية تبعا لنوع النبات.



شكل (١): أشكال حبيبات النشا فى بعض الأنواع النباتية

قد تكون حبيبة النشا بيضاوية الشكل أو كروية أو كمثرية أو مـضلعة، وقد تكون ذات بروز كما فى نبات الكركم *Curcuma longa* كما أنها تتفاوت فى الحجم، ففى البطاطس *Solanum tuberosun*، يتـراوح قطـر الحبيبـة البـسيطة بـين ١٠-١٠٠ ميكـرون، وفـي الكـركم *Curcuma longa* من ٢٠- ١٤٠ ميكرون، وفى الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* من ١٥- ٦٠ ميكرون، وفى الذرة *Zea mays* من ١٥-٢٥ ميكرون، وفى الأرز *Oryza sativa* من ٢- ٨ ميكرون.

تتميز حبيبات النشا بصفات أخرى يمكن ملاحظتها ميكروسكوبيا مثـل السرة والصفائح. تمثل السرة hilum جزء الحبيبـة الـذى يتكـون أولا فـي البلاستيدة، وهى ليست مميزة دائما لاسيما فى الحبيبـات الـصغيرة جـدا. وإذا وجدت السرة فإنها تكون إما مركزية concentric كما فى نشا حبوب الغلال أو طرفية excentric كما فى نشا البطاطس *Solanum tuberosum*. يختلـف شكل السرة تبعا لنوع النبات، فقد تكون فى صورة نقطة أو على هيئة شق صغير أو نجمية الشكل أو فى صورة شق طولى متفرع، يمتد وسط الحبيبة كما فى نشا البقول. يعزى وجود هذا الشق الطولى المتفرع إلى زيادة نسبة الماء فى الطبقات المحيطة بالسرة خلال فترة تكون الحبيبة ثم انخفاض هذه النسبة بعد نضج حبيبة النشا وجفافها.

أما الصفائح stratae فهى عبارة عن مناطق أو طبقات رقيقة متتالية من النشا تحيط بالسرة. يفسر بعـض العلمـاء ظهـور هـذا التركيـب الطبقـي المميز لحبيبة النشا إلى تبادل طبقات غنية بالنشا مع أخرى غنية بالماء، يرجع البعض الآخر ذلك النظام الطبقى إلى تبادل نـوعين مـن المـواد الكربوهيدراتية، تتركب الحبيبـة أساسـا منهمـا وهمـا الأميلـوز amylose والأميلوبكتين amylopectin. ينشأ عن الاختلاف فى كثافة طبقات حبيبة النشا

تباين فى درجة إنعكاس الضوء، الأمر الذى ييسر تمييز صفائح الحبيبة. وعموما توجد ثلاثة أنواع من حبيبات النشا هى:

-**حبيبة بسيطة:** وهى حبيبة مفردة ذات سرة تحيط بها صفائح نشا كما فى القمح *Triticum sp* والذرة *Zea mays*.

-**حبيبة نصف مركبة:** تتركب من حبيبتين، كلا منهما تكـون وحيـدة الـسرة، وتحاط السرتان معا بصفائح مشتركة من النشا كما فى *Solanum* tuberosum والبطاطا *Ipomoea batatas*.

-**حبيبة مركبة:** تتركب فيها الحبيبة من تجمع حبيبتين أو أكثر، لكل منها سـرة وصفائح نشا تحيط بها. يتراوح عدد حبيبات النشا فى الحبيبة المركبة بـين ٢-١٥٠ كما فى *Oryza sativa*، وحوالى ٢-٦ كما فى *Solanum tuberosum*. جدير بالذكر أنه توجد حبيبات بسيطة أيضا إلـى جانـب صـور الحبيبـات الأخرى.

مكونات حبيبة النشا:

تتركب حبيبة النشا أساسا من نوعين من المواد الكربوهيدراتية همـا الأميلـوز والأميلوبكتين، وكلا منهما عبارة عن سلاسل من وحدات الجلوكوز، ويوجـدان عادة بنسبة ١-٤. يبدو أن جزء الأميلوز يحتوى على ١٠٠ وحدة جلوكوز توجد فى سلسلة غير متفرعة، بينما يتألف الأميلوبكتين من عدة سلاسل من الجلكـوز تكون متفرعة، وتحتوى كل منها على حوالى ٢٥ وحدة جلوكوز. يذوب الأميلوز فى الماء بينما يتحول الأميلوبكتين إلى حالة جيلاتينية. الأميلوبكتين هـو الـذى يكسب النشا صفاته الجيلاتينية. يوجد حوالى ٢٥% من الأميلوز فـى صـورة متبلورة حول سرة الحبيبة ويمكن استخلاصه مباشرة بالماء أوالقلويات المخففة، أما الباقى من الأميلوز يبدو انه يوجد فى حالة صلبة ويكون موزعا بانتظام فـى طبقات الأميلوبكتين. علاوة على ما تقدم، تحتوى حبيبة النشا على حـوالى ١% من مواد أخرى مختلفة تشمل دهونا وبروتينات ودباغا.

يحتوى النشا المجفف هوائيا على مقدار من الرطوبة يتراوح بين ١١-٢٠%، كما أنه يمكن أن يمتص كميات أخرى من الماء تؤدى إلى ارتفاع نسبة ما به من رطوبة إلى حوالى ٣٥- ٣٧%. عندما تسخن حبيبات النشا مختلطة بالماء فإنها تنتفخ عدة مرات قدر حجمها الأصلى ويتشوه شكلها ثم تنفجر وبالتالى يصبح النشا فى صورة جيلاتينية. تختلف درجة الحرارة اللازمة لكى يصل النشا إلى هذه المرحلة تبعا لمصدره النباتى.

ويوضح الجدول التالى درجة الحرارة اللازمة للوصول إلى حالة جيلاتينية فى نشا بعض النباتات.

نوع النبات	درجة الحرارة °(م)
القمح	٦٤-٧٥
الأرز	٦٢-٧١
البازلاء	٦٤-٦٨
البطاطس	٦٦
الفاصوليا	٦٥

يعتبر النشا أهم وأرخص مصدر طاقة للتغذية البشرية فى جميع أنحاء العالم. وبالنظر إلى متوسط الاحتياجات اليومية للإنسان من الطاقة والتى تبلغ حوالى ١٦٠٠- ٢٠٠٠ كيلو كالورى، فإنه يلزم توفير كمية من النشا تتراوح بين ٤٠٠-٥٠٠جم (١جم نشا تعادل حوالى ٤,١ كيلو كالورى). ومن وجهة نظر فسيولوجيا الطاقة فإن النشا والسكر ليس لهما أى دور آخر يفوق إنتاج الطاقة.

يستخدم جزء كبير من النشا المنتج فى أغراض صناعية مختلفة، فالنشا يصلح كمادة غذائية فضلا عن استعماله فى صناعات النسيج وكمادة حاملة فى التجهيزات الصيدلية وكمسحوق فى صناعة أدوات التجميل والعقاقير الطبية. يستعمل النشا أيضا كمادة مجففة، ومادة لاصقة، وكمادة مالئة فى صناعة الورق، بالإضافة إلى استعماله فى صناعة اللدائن. يتحول جزء كبير من النشا إلى دكسترين وسكر عن طريق التحليل المائى بالأحماض أو الإنزيمات، ويعتبر

السكر الناتج من النشا فى صورته المحللة (sirup) أرخص من السكروز حيث يستعمل بكثرة فى كثير من الصناعات الغذائية. يستخلص أيـضا مـن النـشا، جلوكوز (ديكستروز) متبلور نقى ومالتوز.

يتكون النشا فى جميع النباتات الراقية تقريبا حيث يخزن فى البذور والثمار والسيقان أو الدرنات. تعتبر البذور أهم أعضاء التخزين النباتيـة مـن الوجهـة الزراعية كما فى حبوب النجليات بالإضافة إلى أعضاء أخرى مثل الدرنات.

أولا- النباتات المنتجة للنشا

١-النباتات النجيلية

تعتبر ثمار النجليات، خاصـــة حبــوب الغـــلال cereal grains أهــم المنتجات النباتية من حيث كميتها وقيمتها. تنتمى الغلال إلـــى العائلـــة الجيليـــة *Poaceae*، حيث يطلق لفظ الغلال cereals على نباتات العائلة النيجلية التـــى تزرع من اجل الحصول على حبوبها لتغذية كل من الإنسان والحيوان. تعتبـــر العائلة النجيلية من أكبر العائلات النباتية بـــل وتفوقهـــا جميعـــا مـــن الناحيـــة الاقتصادية. يعتبر القمح *Triticum sp.* أهم أنواع الغلال من ناحية التـــصدير حيث يصدر منه حوالى ١٨% من جملة الإنتاج الكلى فى حين يبلغ مقـــدار مـــا يصدر من الذرة *Zea mays* ١٠% ومن الأرز *Oryza sativa* ٣% فقط.

تلعب نباتات الغلال دورا هاما فى مجـــال تغذيـــة كـــل مـــن الإنـــسان والحيوان، ليس فقط لكميتها ولكن أيضا بسبب كفاءتها العالية فى تحمل ظـــروف التخزين والنقل. تعتبر الغلال، ليس فقط مصدرا لإنتاج الطاقة، بل أيضا مصدرا للبروتين، والعناصر المعدنية، والفيتامينات، حيث تمثل مصدرا لحـــوالى ٥٠% من احتياجات الإنسان من البروتين. وبالنظر إلى تلك الدول التـــى تمثـــل فيهـــا نباتات أخرى منتجة للنشا، المصدر الأساسى للتغذية، فإنه يوجد نقص هائل فـــى البروتين لدى مواطنيها.

يعتبر بروتين الغلال غير متوازن، غالبا، من حيث نوعيته، نظرا للندرة المألوفة فى بعض الأحماض الأمينية الأساسية مثل *tryptophane, lysine*، فى حين تتميز حبوب الغلال بمحتواها الهام من العناصر المعدنية خاصة الفوسفور وكذلك الكالسيوم، فضلا عن بعض الفيتامينات خاصة فيتامين thiamine إلـــى جانب فيتامين niacine ولكن فى بعض الأنواع فقط. أما فيتامين a وفيتامين c فإنهما قد يوجدان بكميات قليلة فى حبوب الغلال وقد يغيبان تماما.

وفيما يتعلق بالأنواع ذات الأندوسبرم الأصـــفر (الــذرة *Zea mays* والذرة الرفيعة *Sorghum bicolor*) فإنها تعتبر ذات قيمة مؤكــدة كمــصدر لفيتامينa إلا أن نسبة ضئيلة. يرجع اللون الأصفر المميز للإندوسبرم إلى وجود الكاروتينويدات (zeaxanthine).

تستعمل حبوب الغلال، كمصدر من مصادر الغذاء، فى صـــور شــتى، وتتأثر قيمتها الغذائية كثيرا تبعا لعمليات الطحن التى تتعرض لها وكذلك عمليات التجهيز التى تمر بها. يستغل جزء كبير من إنتاج كل من الشعير والذرة الرفيعة لإنتاج المولت الذى يستخدم فى صناعهة البيرة، وكذلك إنتاج بعض المشروبات الأخرى. يستخلص زيت من حبوب الذرة بصفة أساسية إلى جانب حبوب الذرة الرفيعة والأرز والقمح وذلك عند استخلاص النشا من هذه الحبوب.

يستفاد من النخالة bran والمخلفات الناتجة عن عمليات تبــيض الأرز فى صناعة علائق للدواجن، حيث يعرف ذلك تجاريا باسم رجيع الكون، الــذى يستخرج منه زيت رجيع الكون، يستخدم الشعير اللؤلؤى (حبوب الــشعير بعــد نزع أغلفتها) فى بعض النواحى الطبية وكذلك تغذية الأطفال. تعتبر حبوب الذرة مصدرا هاما لإنتاج النشا وسكر الجلوكوز وكحول الإيثيل.

وفيما يلى بعض الصفات والتراكيب الزهرية والخضرية التى تتميــز بهــا العائلة النجيلية عن غيرها من العائلات النباتية.

١- تحمل الأزهار فى تراكيب يسمى كل منها سنبيلة spikelets، يمثل كل منها نورة سنبلية بسيطة، قد تحتوى على زهرة واحدة كما فــى الأرز *Oryza sativa* والشعير *Hordeum vulgare* أو زهرتين كما فى الــذرة *Zea mays* أو بضع أزهار كما فى القمح *Triticum sp.* تحمل أزهار السنيبلة بالتبادل على محور السنيبلة *rachilla* يغلف السنيبلة قنبعتان *glumes*، لا يوجد فى إبطهما أى أزهار.

٢- الزهرة صغيرة، قد تكون خنثى كما فى القمح والأرز أو وحيدة الجنس كما فى الذرة. يوجد قنبعتان تغلفان الزهرة، إحداهما خارجية تسمى العصيفة lemma والأخرى داخلية تسمى الأتب palea. قد تحمل العصيفة تركيبا جامدا خشنا ورقيقا يسمى السفا awn.

تتركب الزهرة من حرشفتين وأحيانا ثلاثة، تكون كل منها لحمية القوام، شفافة بيضاء اللون تسمى فليسة lodicule. تساعد الفليسات فى إنفتاح الزهرة عند التلقيح نتيجة انتفاخها وازدياد حجمها. يتركب الطلع من ثلاثة أسدية كما فى القمح والشعير وأحيانا يتركب من ست أسدية كما فى الأرز، ونادرا ما توجد سداة واحدة أو سداتين. متوك الأسدية تكون كبيرة، متحركة بينما خيوطها تكون قصيرة، رفيعة، تزداد فى الطول بسرعة عند عملية التلقيح إلى الدرجة التى تسمح بتعرض المتوك للهواء. يتركب المتاع من ثلاث كرابل ملتحمة.

المبيض وحيد المسكن ذو بويضة واحدة، وضعها المشيمى قمى تقريبا. يوجد قلمان للمبيض، يكونان عادة منفصلين، ينتهى كلا منهما بميسم ريشى. يلتحم القلمان فى حالة الذرة، معا فى تركيب خيطى طويل، يتفرع عند طرفه إلى فرعين.

٣- الثمرة بسيطة جافة غير منفتحة تسمى حبة أو برة caryopsis. قد تكون الحبة محاطة بغلاف يتركب من العصيفة والإتب يسمى الجراب husk كما فى الشعير والأرز أو بدون غلاف مثل القمح والذرة.

أثناء مرحلة نضج الثمرة، يلتحم جدار المبيض مع بقايا غلافى البويضة وينشأ عن ذلك غلاف واحد يسمى جدار الحبة hull. الحبة تكون ذات بذرة واحدة إندوسبرمية، يمثل الجنين جزءا صغيرا منها. يتركب الاندوسبرم من خلايا بارنكيمية ممتلئة بحبيبات النشا، ويحيط به من الخارج طبقة خلوية تسمى طبقة الأليرون aleurone layer. تتركب هذه الطبقة من صف واحد من الخلايا كما فى القمح *Triticum* أو صفين كما فى الشوفان *Avena* أو

ثلاثة كما فى الشعير *Hordeum*. تتميز خلايا طبقة الأليرون باحتوائها على معظم بروتين الحبة وذلك فى صورة حبيبات أليـــرون aleurone grains بسيطة التركيب، فضلا عن كونها ذات نواة كبيرة.

٤- الجنين embryo يتركب فى الغلال مـــن فلقـــة واحـــدة تـــسمى القـــصعة scutellum، وريشة plumule تكون محاطة بغمد يسمى غمـــد الريـــشة coleoptile، وجذير يكون محاطا أيـــضا بغمـــد يـــسمى غمـــد الجـــذير coleorhiza. تتألف الطبقة الخارجية للقصعة والملاصقة للاندوسبرم مـــن صف واحد من الخلايا تسمى الطبقة الطلائيـــة epithelial layer. تـــزداد خلايا هذه الطبقة فى الحجم أثناء الإنبات وتقوم بإفراز إنزيمات تساعد فـــى هضم الغذاء المخزون فى نسيج الإندوسبرم، حيث تنمو داخله فى صـــورة أنابيب، ثم تعمل على امتصاص الغذاء المهضوم ونقله إلى محور الجنـــين النامى. تتميز أجنة الغلال بوجود بدايتين جذريتين أو أكثر تسمى الجـــذور الجنينية seminal roots يختلف عددها من جنس إلى آخر.

٥- الساق إسطوانية مجوفة أو مصمتة، تزداد سلاميتها فى الطول نتيجة وجود مرستيم بينى intercalary meristem، يوجد لدى قاعدة السلامية، فـــوق العقدة مباشرة. تكون السلامية الطرفية للساق هى أطول السلاميات.

٦- الأوراق شريطية، بسيطة، تحمل على الساق فى صفين متبادلين، تعريقهـــا متوازى طولى. تتركب الورقة من نصل lamina وغمـــد sheath يكـــون منشقا على امتداده فيما عدا قاعدته التى تحيط بالسلامية فى منطقة العقـــدة. يوجد تركيب رقيق شفاف يسمى اللسين legule عند موضع اتصال النصل بالغمد، توجد على جانبيه زائدتان تشبهان الأذنات auricles، يستفاد مـــن صفاتهما فى التمييز بين نباتات النجيليات. تتميز البشرة العليا لنصل الورقة بوجود مجاميع من خلايا كبيرة الحجم، مروحية الشكل، تمتد طوليـــا بـــين

العروق تسمى الخلايا المحركة motor cells، يرجح أنهـا تـساعد فـي حركات التفاف النصل عند ارتفاع درجات الحرارة وزيادة جفاف التربة.

٧- المجموع الجذرى الرئيسى ليفى عرضى، يختلف فى درجة تعمقه وتفرعـه فى التربة تبعا لنوع النبات وكذلك العوامل البيئية المحيطة.

القمح Wheat

يعتبر نبات القمح من أهم غلال المناطق المعتدلة، ويحتمل أن يكـون قـد نـشأ جنوب غرب أسيا، ومنطقة نهرى دجلة والفرات، توجد أكثر منـاطق زراعتـه إتساعا فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية، بين خطى عرض ٣٠، ٨٠.

يعتبر النوع *Triticum aestivum* L. أهم أنواع القمح المنزرعة والتى يبلغ عدها حوالى ١٥ نوعا. فضلا عن ذلك، يلعب النـوع *Triticum durum* Desf. دورا هاما نظرا لاستعمال الدقيق الناتج من حبوبه فى صناعة المكرونة، حيث يتميز بارتفاع محتواه من البروتين، الأمر الذى يكون أكثر شيوعا فى دول حوض البحر البيض المتوسط، أما الأنواع الأخرى فإنها تتسم بأهمية محلية فقط. تصنف أصناف النوع *Triticum aestivum* تبعا لخواصها اللاصـقة إلـى أقماح صلبة hard wheat وأقماح نصف صلبة semi-hard wheat وأخـرى طرية أو ناعمة soft wheat. تزرع الأصناف الطرية فى المناطق الاسـتوائية وتحت الاستوائية، إلا أنه يزرع معها أيضا الأصناف نصف الصلبة، ويـستثنى من ذلك الوضع فى باكستان حيث تزرع الأصناف البيضاء الصلبة فى مساحات شاسعة.

يبلغ الإنتاج العالمى من القمح حوالى ٣٤٨ مليون طن فى العام، الأمر الذى يتجاوز إنتاج أى من الغلال الأخرى. تأتى دول الكومنولث الروسى فى مقدمـة دول العالم إنتاجا للقمح حيث يبلغ إنتاجها السنوى ٨٦ مليون طن، يليها أمريكـا (٤٢)، والصين (٣٤) والهند (٢٦)، وفرنسا (١٨)، وكندا (١٥) وتركيـا (١٢) مليون طن. وبالنظر إلى المناطق تحت الاستوائية من أوروبا خاصة دول حوض

البحر المتوسط والبلقان فإن إنتاجها السنوى من حبوب القمح يبلـــغ ٣٢ مليـــون طن. يبلغ مقدار ما يتم تصديره سنويا من القمح ٦٥ مليون طن، وهو ما يمثـــل حوالى ٤٨% من مجموع ما يتم تصديره من الغلال جميعها. تـــأتى الولايـــات المتحدة الأمريكية فى مقدمة دول العالم المصدرة للقمح حيث يبلغ مـــا تـــصدره سنويا ٢٣ مليون طن يليها كندا (١٤)، واستراليا (٩) ثم فرنسا (٧) مليون طن. يزرع القمح فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية موزعا فى ثلاثـــة أقـــاليم مناخية هى:

- إقليم المناطق الباردة ذات الأمطار الشتوية، وفيها يزرع القمح فى الخريف أو بداية الشتاء ويتم الحصاد مع بداية الصيف.
- المناطق تحت الاستوائية ذات الأمطار الصيفية، وخاصة أوقات السنة التـــى تتميز بمناخ جاف بارد، ويكون ذلك غالبا تحت ظروف الرى أو عن طريق الاستفادة من مياه الأمطار التى تختزنها التربة من موسم الأمطار.
- المناطق المرتفعة الاستوائية وعلى ارتفاعات تصل إلى ١٨٠٠ متـــر فـــوق مستوى سطح البحر.

تتميز المناطق الثلاث بظروف مناخية باردة أثناء فترة النمو الخـــضرى وحتى بداية الأزهار،جدير بالذكر، أن انخفاض درجات الحرارة فـــى المنـــاطق المرتفعة يؤدى إلى إطالة فترة النمو الحضرى بمقـــدار خمـــسة أيـــام. كمـــا أن الزراعة على ارتفاعات كبيرة يمكن أن تتأثر بالصقيع حيث يؤدى ذلـــك خـــلال تكشف الزهرة وكذلك وقت الإزهار إلى الإضرار بتكشف السنابل. تبلغ درجـــة الحرارة المثلى فى المتوسط ١٨,٥°م، ورغم أن درجات الحرارة الأعلى تسرع من النمو إلا أنها تؤدى إلى نقص فى المحصول. تـــزداد احتمـــالات الإصـــابة بالأمراض عند درجات حرارة أعلى من ٢٧°، وقد تصبح عندها حبوب لقـــاح بعض الأصناف عقيمة. يتوقف طول فترة النمو الخضرى إلى حد كبيـــر علـــى درجة الحرارة والتى تتأثر بدورها بمستوى منطقة الزراعة وكذلك موسم النمو،

تعتبر معظم الأصناف عالية الإنتاج مبكرة نسبيا فــى نــضجها وتحتــاج إلــى ١٢٠- ١٥٠ يوم من الزراعة حتى الحصاد.

تتوقف الاحتياجات المائية لنبات القمح على درجة الحرارة وماهية الصنف، حيث يمكن لبعض الأصناف النمو بنجاح عند توفر ظروف باردة وكمية أمطار تتراوح بين ٢٥٠-٣٠٠مم، إلا أن الأصناف عالية الإنتاج يمكنها التطور بنجاح عموما عند توفر كمية أمطار تتراوح بين ٤٠٠-٩٠٠مم وذلك أثناء فترة النمــو الخضرى. تعتبر الأصناف عالية الإنتاج مناسبة بصفة خاصة لظروف الزراعة بنظام الرى حيث تنثر بذورها سطحيا عند الزراعة ولذلك تحتــاج إلــى الــرى سريعا بعد الزراعة مباشرة. تزداد القدرة الإنتاجية لهذه الأصناف عنــدما يــتم تدبير ما يلزمها من احتياجات مائية وذلك حتى فترة ما قبل الحصاد.

يفضل نبات القمح أراضى للزراعة ذات طبيعة متعادلة أو قليلة القلوية، يتم تسميدها جيدا بالعناصر المغذية المناسبة.

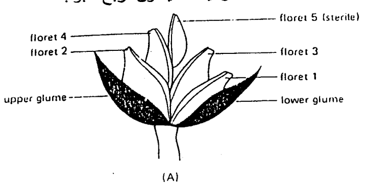
النورة the inflorescence

نورة القمح سنبلية مركبة compound spike، تحمل علــى محورهــا السنيبلات spikelets بالتبادل فى صفين متقابلين، وينتهى محورهــا بــسنيبلة طرفية واحدة تكون عادة خصبة. محور السنبلة متعرج، يتكون من عــدد مــن السلاميات القصيرة، كل منها يكون ضيقا عند القاعدة، عريضا لدى قمتها، ذات جانب محدب وآخر مقعر، يتبادلان الوضع معا فى السلاميات المتتابعة. توجــد عادة خصلة كبيرة أو صغيرة من الشعيرات بين قنبعتى الــسنيبلة وعلــى قمــة السلامية من جانبها المحدب. السنيبلات spikelets (شكل ٢ أ) تكــون جالــسة على قمة السلاميات، حيث توجد سنيبلة واحدة فقط على قمة كل سلامية، يرتكز جانبها الداخلى على الجانب المقعر من السلامية التى تليها مباشرة.

تحمل السنبلة فى المتوسط من ١٥- ٢٠ سنيبلة وتكون السنيبلات أو الثلاث السفلى منها عقيمة، أى لا ينتج عنها عادة حبوبا. السنيبلة هى وحــدة التزهيــر

وتتركب من محور قصير rachilla يحمل بالتبادل عددا من الأزهار الجالسة. يوجد عند قاعدة كل سنيبلة قنبعتان glumes يضمان بينهما أزهار السنيبلة، تقع إحداهما على محور السنيبلة أعلى من الأخرى بقليل.

يختلف عدد الأزهار فى السنيبلة الواحدة حيث يتراوح بين ٢- ٩ أزهار، إلا أن الأزهار العليا خاصة الطرفية منها، تكون عادة عقيمة. يتكون عن أزهار السنيبلة عادة، حبتان أو ثلاث، وقليلا ما يتكون أربع حبوب.



شكل (٢ أ): تركيب سنيبلة القمح

الحبة The Grain (شكل ٢ ب)

حبة القمح ثمرة بسيطة جافة غير منفتحة برة caryopsis وحيدة البذرة التى يلتحم فيها الغلاف الثمرى (جدار الحبة) مع قصرة البذرة مكونا غلاف الحبة. يوجد على سطح الحبة المواجه للإتب مجرى وسطى يمتد من قمة الحبة حتى قاعدتها، ينتج عن انطباق جانبى الحبة كلما تقدمت فى النضج. يوجد الجنين عند قاعدة الحبة على الجانب المقابل للمجرى وموضعه مجعد منكمش يمكن تمييزه بسهولة من الخارج.

تركيب الحبة:

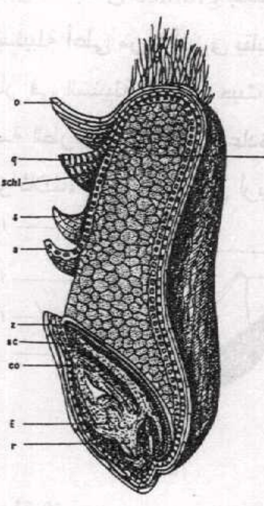
تتركب الحبة من الأجزاء التالية:

١- الغلاف ويتركب من غلاف الثمرة مندمجا مع قصرة البذرة.

٢- بقايا النيوسيلة (الطبقة الشفافة).

٣- الاندوسبرم ويشمل طبقة الأليرون، وإلى الداخل يوجد الاندوسبرم النشوى.

٤- الجنين.



شكل (٢ب): تركيب حبة القمح

E جنين   r جذير   co غمد الريشة   sc القصعة   z الطبقة الطلائية

M اندوسبرم وطبقة الأليرون   a قصرة البذرة   sch خلايا أنبوبية

q خلايا مستعرضة   o طبقة جلدية   schl الغلاف الثمرى

جدير بالذكر، أن الإندوسبرم يكون معظم وزن الحبة، خلاياه رقيقة الجــدر، تزداد فى الحجم فى اتجاه وسط الحبة، خلاياه المجاورة للقصعة تكون مضغوطة محطمة، عديمة النشا. هذا، وتحتوى خلايا الإندوسبرم على كمية كبيرة من النشا وجميع الجلوتين الموجودة بالحبة.الجلوتين عبارة عن بروتين صلب غير متبلور وهو الذى يكسب دقيق القمح خواصه المميزة عند صناعة الخبز. توجــد أعلــى نسبة من الجلوتين فى خلايا الإندوسبرم الخارجية المجاورة لطبقة الأليرون وتقل فى اتجاه وسط الحبة. لا توجد، فى خلايا الإندوسبرم النشوى، حبيبات أليرون.

النخالة bran:

يطلق هذا الاصطلاح على الجزء الذى يفصل من الحبة عند عملية الطحين، حيث تتكون من غلاف الحبة وبقايا النيوسيلة وما تحتويه من حبيبـــات آليـــرون وبعض خلايا الإندوسبرم. يمكن القول أن النخالة تتكون فى معظمها من غلاف الحبة الذى يتكون من مواد ملجننة، وبعض العناصر المعدنية فضلا عن بعــض المحتويات البروتينية.

ويبلغ متوسط القدرة الإنتاجية فى نبات القمح أكثر مـــن ١٠ طـــن حبـــوب للهكتار، إلا أنه فى حالة الأصناف وفيرة الإنتاج والتى تخضع لنظـــام الـــرى، يتراوح محصول الحبوب بين ٣-٦ طن للهكتار، أما الأصناف التى تزرع تحت ظروف جفافية فإن متوسط إنتاجيتها يتراوح بين ٠,٦- ١ طن للهكتار. جـــدير بالذكر أن متوسط الإنتاجية العالمى يبلغ حوالى ١,٦ طن للهكتار.

الأهمية الاقتصادية

١- يستخدم القمح بصفة أساسية كمصدر للدقيق الـــذى يعتبـــر أهـــم منتجـــات الحبوب، حيث يستخدم فى صناعة الخبـــز والفطـــائر والمكرونـــة لتغذيـــة الإنسان.

٢- يستفاد من القمح فى تغذية الحيوان حيث تستعمل النخالة bran كمادة علف فى علائق الحيوان. وفى هذا الصدد، حينما ينخفض محصول الحبوب فـــى بعض الدول التى تتميز بموسم شتاء طويل وبارد، تستعمل الحبوب المتكونة عندئذ كعلف عالى القيمة الغذائية فى علائق الماشية.

٣- يستفاد من قش القمح كمادة مالئة للحيوانات.

٤- تعتبر حبوب القمح مصدرا لصناعة نشا القمح.

الشعير barley

ينتمى الشعير .*Hordeum vulgare* L إلى تحت العشيرة *Triticinae* التابعة للعشيرة *Triticeae* التى تنتمى الى تحت العائلة *Pooideae* التابعـــه للعائلة النجيليه *Poaceae*. ترجع تحت العشيره *Triticinae* فى نشاتها الـــى جنوب غرب اسيا وتضم الى جانب الشعير كلا مـــن القمـــح .*Triticum spp* والحنطه ,*Secale cereale* يزرع الشعير فى المنـــاطق الاســـتوائيه وتحـــت الاستواعيه من أجل التغذيه البشرية, وليس فقط من اجل صناعه البيره (الـــشعير الدقيقى) أو كمصدر من مصادر علف الحيوان (الشعير القرنى) مثلما هو الحال فى المناطق المعتدله، يبلغ الإنتاج الكلى فى دول المناطق الدافئـــة حـــوالى ٢٥ مليون طن.

تتبع الأهمية الخاصة للشعير من كونه يزرع فى المناطق النائيـــة مثـــل صحارى المناطق الممطرة شتاءا ,وكذلك الأمـــاكن المرتفعـــة فـــى المنـــاطق الاستوائيه حيث يزرع على ارتفاعات فى منطقه الهيمالايا تصل الى ٤٧٠٠مترا. وتشير الدراسات والابحاث العلميه الحديثة إلى إمكانية زراعه الشعير بنجاح فى مثل هذه المناطق وذلك من خلال زراعه اصناف تتميز بقـــصر فتـــره نموهـــا الخضرى(٥٥ يوم فى المناطق الجافـــه), وكـــذلك تحملهـــا للحـــرارة العاليـــة والمنخفضة فضلا عن مقاومتها لظروف الملوحة ,حيث وجد ان بعض الأصناف يمكنها مواصله النمو بنجاح تحت ظروف ملوحة التربة تصل إلى ١%.

النوره the inflorescence

نوره الشعير بسيطة، غير محدودة, سنبليه مركبه,تحمل على محورها مجـــاميع متبادله من السنيبلات ,كل منها يتركب من ثلاث سنيبلات . يتكون محور السنبلة من سلاميات مستقيمه ,ينتهى كل منها بوساده منبسطه تحمل عليها الـــسنيبلات. هذا, ويتوقف على طول السلاميات ازدحام السنبله أو تفككها.

تتركب كل سنيبله spikelet من زهره واحده .تحمل السنيبله على محور قصير يمتد قليلا فوق قاعده السنيبله فتظهر عند النضج فى صوره شوكه قصيرة توجد فى مجرى الحبه الناضجه .

تختلف السنيبلات الثلاث الموجوده عند كل عقده من حيث نشاتها وتكوينها وبالتالى توجد أربع حالات:

أ- تكون جميع السنيبلات الثلاث خصبه مسفاه ويتكون عنها حبوب متساوية الحجم.

ب- تكون جميع السنيبلات الثلاث خصبه, إلا أن السنيبلات الجانبية تكون غير مسفاه وتكون حبوبا اصغر حجما من حبوب السنيبلات الوسطى.

ج- تكون السنيبله الوسطى خصبه مسفاه بينما السنيبلتان الجانبيتان عقيمتان.

د- تكون السنيبله الوسطى خصبه بينما الجانبيتان اثريتان.

السنيبله والزهره the spikelet and flower

تتركب السنيبله الخصبه من قنبعتين خيطيتى الشكل ,متوازيتين,توجد خلفهما الزهره الوحيده ,وتغلف الزهرة عصيفه عريضه, مستديره الظهر,وتضم الأتب بين حافتيها, وتمتد قمة العصيفة لتكون سفا طويل مسنن,حيث نادرا ما توجد أصناف غير مسفاه. يكون الأتب مساويا لطول العصيفه تقريبا ولكنه أضيق ولا يحمل سفا.

فى الشعير المغلف,تلتحم العصيفه والاتب معا بغلاف الحبة عند نضجها, الأمر الذى يتكون عنه ما يعرف بجراب الحبة hull والذى لايمكن فصله بسهوله إلا بعد عمليات خاصة أثناء عمليه الطحين.

السنيبلات العقيمه the sterile spikelets

تكون السنيبلات الوسطى دائما خصبة ولكن الجانبية منها قد تكون عقيمة فى بعض الأصناف وبالتالى لا تكون حبوبا ولا تحمل عصيفاتها سفا.

وفى هذه الحالة، إما أن تكون الأعضاء الأساسية بالزهرة بدائية، والأجزاء الأخرى (القنابع والعصيفات والإتب) أصغر حجما عما هو الحال في السنيبلات الخصبة، وهذه بالتالى تكون سنيبلات عقيمة. أو تكون الأعضاء الأساسية غير موجودة، والأجزاء الأخرى مختزلة الحجم، وهذه بالتالى تكون سنيبلات أثرية.

الحبة والجنين the grain and embryo

يشبه تركيب كل من المبيض والبويضة فى الشعير مثيله فى القمح، إلا أن منطقة الكلورفيل فى حبة الشعير تتكون من طبقتين خلويتين بينما تتكون فى القمح من طبقة واحدة.

فى الشعير المغلف، تلتحم العصيفة والإتب بغلاف الحبة أثناء نضجها وينتج عن ذلك الجراب الذى يصعب فصله يعزى هذا الالتحام إلى إفراز مادة غروية يحتمل أن يكون مصدرها هو غلاف الحبة.

أما أصناف الشعير العادية، لا يوجد بها مثل هذا الإفراز الغروى، فتتركب الحبة من الأجزاء التالية:

١-الجراب. ٢-غلاف الحبة. ٣-قصرة البذرة.

الإندوسبرم the endosperm يتميز الإندوسبرم بالترتيب الخلوى التالى:

١-طبقة الأليرون وتتكون عادة من ثلاث طبقات من الخلايا مكعبة الشكل التى تحتوى على حبيبات الأليرون بينما لا تحتوى على نشا.

٢-الإندوسبرم النشوى ويشغل معظم فراغ الحبة ويحتوى على نشا وبروتين. فى الحبوب المعتمة (الدقيقية) تكون نسبة البروتين منخفضة، أما فى الحبوب القرنية (الشفافة نوعا) فإن نسبة البروتين تكون مرتفعة. هذا، ولا يوجد فى إندوسبرم الشعير مادة الجلوتين ولذلك لا يصلح الشعير لصناعة الخبز.

وفيما يختص بجنين الشعير فإنه يشبه نظيره فى القمح ســواء مــن ناحيــة الموضع أو التركيب العام إلا أن الزائدة المعروفة باسم epiblast تكــون غيــر موجودة فى جنين الشعير.

الأهمية الاقتصادية:

يعتبر الشعير ذو قيمة غذائية عالية نظرا لارتفاع محتواه من البــروتين (أكثر من ١٥%) الذى يتميز بقيمة وخواص بيولوجية عالية (٧٠%)، فضلا عن جودة صفاته التحويلية (٨٣%)، الأمر الذى يجعله مصدرا هاما مــن مــصادر التغذية. ولقد أضافت الأبحاث العلمية الحديثة فى مجال تربية النبات طرزا جديدا من الشعير تحتوى على بروتين عالى الجودة نظــرا لتحــسين مكوناتــه مــن الأحماض الأمينية حيث بلغت نسبة حمض ليسين lysine فى البروتين ٤,١%. ومع تزايد الحاجة إلى البيرة الأوربية فقد أصبحت زراعة أصناف الشعير التــى تمتاز بانخفاض محتوى حبوبها من البروتين [الشعير الدقيقى (الحبوب المعتمة)] هدفا ومطلبا لدول المناطق الحارة مثل استراليا.

وإلى جانب الاستفادة من الشعير فى صناعة البيــرة، وكمــصدر مــن مصادر الدقيق فضلا عن كونه مادة علف حيث تستخدم حبوبه فى تغذية الماشية، فإنه يستخدم أيضا لإنتاج عصير المولت الذى ينتج أثناء تحضير المولت والذى يستخدم بدوره فى صناعة البيرة وبعض المشروبات الأخرى كما يستخلص ايضا سكر المولت أثناء تحضير المولت من الحبوب النباتية. فضلا عما تقدم، يستخدم الشعير اللؤلؤى (حبوب الشعير بعد نزع أغلفتها) فى بعض النواحى الطبية وفى تغذية الأطفال كما يستفاد أيضا من نباتات الشعير الخضراء كعلف عالى القيمــة فى علائق الماشية.

الأرز rice

يعتبر جنس الأرز *Oryza* أهم أجناس تحـت العائلـة *Oryzoideae* التابعة للعائلة النجلية *Paoceae*.

يتميز نبات الأرز *Oryza sativa L.* بسنيبلاته وحيدة الزهرة وحبوبه الناضجة المغلفة بالجراب الذى لا يلتحم تماما مع غلاف الحبة، الأمر الذى ينتج عنه بقاء الحبة حرة داخلة، وبالتالى يسهل فصله واستخلاص الحبة. يتميز الأرز أيـضا دون باقى النجيليات بالطلع الذى يتركب من ست أسدية فى إطار زهرة خنثى.

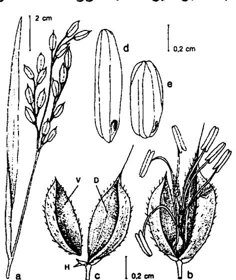
تنتشر زراعة جنس الأرز *Oryza* فى المناطق الدافئة من أنحاء العالم. يتميز النوع *Oryza sativa* L. بلسين طويل (٨- ٢٠مم) حيـث يـزرع فـى جنوب شرق أسيا، أما النوع *Oryza glaberrima* فإنه يتميز بلـسين قـصير (٣-٦مم) حيث تنتشر زراعته فى غرب إفريقيا.

يعتبر كلا النوعين معمرا رغم كونهما يحصدان غالبا، مرة واحدة فقط، ويضمان عديدا من الأصناف. أصبحت زراعـة النـوع *Oryza glaberrima* اليوم، قاصرة على المناطق المغمورة بالماء فى أنحـاء النيجـر، إلا أن النـوع *Oryza sativa* يتميز بانتشاره الواسع فى أماكن شتى من خلال اصـنافه ذات الإنتاج الوفير. يضم النوع *Oryza sativa* عدة آلاف من الأصناف ذات القدرة العالية على الإنبات، ذاتية التلقيح والتى يحصد محصولها منذ القدم إما يـدويا أو باستعمال آلات ميكانيكية خاصة.

تعتبر كل من مجموعتى الأصناف الهندية واليابانية أهم أصناف الأرز، حيث تعتبر الأصناف الهندية استوائية، ذات حبوب تميل إلى الاسـتطالة بـشكل واضح (شكل ٣)، إذ تتجاوز قيمة معامل الطول/ العرض ٣. وهى نباتات نهار قصير، تتباين فى أطوالها إلى حد كبير كما تختلف أحجام سنابلها، ودرجة انتشار وتوزيع الشعيرات، فضلا عن تباين صبغات حبوبها.

أما الأصناف اليابانية فهى تحت استوائية، ذات حبوب بيضاوية إلى مستديرة (شكل ٣)، تتراوح قيمة معامل الطول/ العرض بين ١-٣، محايدة ضوئيا، وقد تستجيب بدرجة محدودة لظروف النهار الطويل، تتميز بأطوال محدودة، وسنابل صغيرة.

وفى هذا الصدد، أوضحت بعض الدراسات أن عمليات التهجين بين أصناف المجموعتين الهندية واليابانية، تؤدى أحيانا إلى حدوث حالات عقم واضحة. تتباين أصناف الأرز أيضا فى بعض الجوانب الأخرى مثل التربة المناسبة، ظروف بيئة النمو سواء كانت جافة أو مائية، فأصناف الأرز ذات بيئة النمو الجافة تنمو وتنضج غالبا، أيضا فى بيئة مائية، فى حين أن كثيرا من الأصناف التى تنمو فى بيئة مائية تعتبر غير مناسبة للزراعة تحت ظروف بيئية جافة.



شكل (٣): نبات الأرز

a نورة دالية ناضجة b زهرة منفتحة c قنبعتا السنيبلة H قنيبتان

v الإتب D العصيفة d حبة أرز هندى a حبة أرز يابانى

- تتباين أصناف الأرز أيضا فى طول فترة النمو الخضرى حيث تتراوح بين ٨٠-٢٤٠يوم.

- تتباين الأصناف من حيث قدرتها الإنتاجية ودرجة استجابتها للتسميد.
- تختلف الأصناف فيما يتعلق بفترة الراحة أو كمون الحبة، ففى حين تصل هذه الفترة إلى عدة أشهر فى حبوب بعض الأصناف، لا تمر حبوب بعض الأصناف الأخرى بها على الإطلاق.
- تتباين الأصناف فيما بينها فى صفات الجودة مثل الطعم، المحتوى البروتينى، وصفات الطهى.

وفى هذا الصدد، توجد مجموعة خاصة من الأرز فى شرق أسيا تعرف بالأرز الجلوتينى glutinous rice. وهى مجموعة أصناف تتميز بخواص لاصقة، يبلغ محتو حبوبها من الدكسترين ٣,٧- ٥% فضلا عن محتواها العالى من الأميلوبكتين فى نشا الحبوب. تستعمل حبوب هذه الأصناف فى منطقة شرق أسيا فى عديد من الأغراض فى حين تستعمل فى دول أخرى للطهى.

الاحتياجات البيئية:

تعتبر احتياجات الأرزالحرارية عالية، حيث تبلغ درجة الحرارة المثلى للنمو ٣٠-٣٢°م فى حين تقدر درجة الحرارة الدنيا عند الإنبات بحوالى ١٨°م للأصناف الاستوائية، ١٠- ١٢°م للأصناف تحت الإستوائية.

يؤثر الصقيع سلبا على نبات الأرز فى أى مرحلة من مراحل النمو. يحتاج الأرز خاصة الأصناف الهندية، عند الإنبات إلى ظروف تهوية جيدة (محتوى عالى من الأكسجين)، فى حين أن الأرز المائى يمكنه النمو بنجاح فى تربة ذات محتوى منخفض جدا من الأكسجين. وحينما ينبغى زراعة الأرز مباشرة فى الماء فإنه يجب استعمال حبوب سبق إنباتها قبل زراعتها. يعطى الأرز أفضل إنتاج له فى مناطق نمو ذات نهار طويل كما هو الحال فى منطقة حوض البحر المتوسط أو كاليفورنيا. فى المناطق الاستوائية، يكون المحصول منخفضا فى الأجواء الملبدة بالغيوم أو الممطرة إذا ما قورن فى ذلك بمحصول المناطق التى يسطع فيها ضوء الشمس أو التى تتميز بفصول السنة.

تتميز جميع الأصناف بفترة نمو مبكرة، تتراوح بين ٤-٦ أسابيع، لا تستجيب فيها النباتات للفترة الضوئية. تعتبر الأصناف الحديثة، غالبا محايدة ضوئيا، وقد تستجيب فقط بدرجة محدودة لطول الفترة الضوئية. تعتبر قدرة نبات الأرز على النمو والتطور سواء تحت ظروف تربة جافة أو فى الماء من اهم صفاته التى لا يشاركه فيها إلا عد ضئيل من أنواع النباتات الأخرى مثل القلقاس *Colocasia esculenta* فالمناطق الشاسعة والمغمورة بالمياه فى جنوب شرق أسيا يمكن بالكاد الاستفادة بزراعتها بدون الأرز .

لا يعتبر الأرز نباتا مائيا وينمو جيدا ويتطور فى التربه الجافة رغم أن الاحتياجات المائية تعتبر أيضا فى حاله ألزراعه الجافة نسبيا عالية.

ينمو الأرز ويتطور فى بيئة ذات درجه حموضة تتراوح بين ٤,٥-٨ pH وتعتبر الدرجة المثلى بين ٦-٧.

يزرع الأرز المائى فى جميع أنواع الأراضى التى تحتفظ بمائها ,أما الأرز الجاف فانه يفضل الزراعة فى أرض ثقيلة نظرا لقدرتها على الاحتفاظ بكمية أكبر من المياه.

ورغم انخفاض احتياجات نبات الأرز من الأكسجين فإنه يجب إلا يكون تركيزه عميقا فى التربة بعيدا عن متناول النبات، الأمر الذى يؤدى فى حالة حدوثه **إلى خلل واضطراب فى تغذية النبات ينتج عنه بعض الأمراض الفسيولوجية مثل الذبول الأحمر. تزداد احتمالات هذا الضرر فى حالة الحرارة العالية وارتفاع منسوب المياه فى بيئة النمو. ولتفادى الضرر الناتج فى هذه الحالة يمكن تنظيم منسوب المياه عن طريق صرفها كلية بين الحين والآخر، الأمر الذى يؤدى إلى تحسين ظروف التهوية فى منطقة نمو الجذور من خلال توفير وسط أكسجين متجدد حولها.**

النورة the inflorescence

نورة الأرز دالية panicle، ذات محور أساسـي مقـسم إلـى عقـد وسلاميات وهو امتداد السلامية الطرفية للساق. قد يكون محور النورة قائمـا أو منحنيا أو مدلى, يحمل عند كل عقدة فرعا أو عدة أفرع ابتدائية تتفرع بـدورها إلى أخرى ثانوية قصيرة تحمل على أطرافها السنيبلات. يتراوح عدد السنيبلات بالنورة الواحدة بين ٥٠-٥٠٠ سنيبلة. تتركب السنيبلة من زهرة واحدة، وقنبعتان خارجية وأخرى داخلية عند قاعدة السنيبلة , تكون صغيرة، ضـيقة، حرشـفية، أقصر كثيرا من طول العصيفة إلا أنها قد تتجاوز نصف طول العـصيفة فـي بعض الأصناف والتى تعرف فى هذه الحالة بالأصناف المجنحة.

قد تكون القنابع ملونة أو عديمة اللون، إلا ان اللون يميل إلى الاختفـاء بتقدم النضج. العصيفة كبيرة واضحة تشبه القارب، وتمتد قمتها فى الأصـناف المسفاه لتكون سفا متباين الطول.

الإتب يشبه العصيفة شكلا إلا أنه يكون ذو ثلاثة عروق (يوجد خمـسة عروق للعصيفة)، يلتحم مع العصيفة عند النضج ليكونان معا الجراب hull الذى يغلف الحبة. قد يكون الجراب ملونا، وهذا اللون ذو أهمية فى تصنيف الأصناف والطرز المختلفة من الأرز. يوجد داخل العصيفة والإتب باقى أجـزاء الزهـرة الأساسية فضلا عن فليستين وهما لحميتان سميكتان. الطلع يتركب من ستة أسدية مرتبة فى محيطين. المتاع يتركب من مبيض يحمل ميسمين ريشيين طـويلين، وأحيانا يوجد ميسم ثالث قصير ومختزل يعتبر ميسما أوليا.

الحبة the grain

تكون حبة الأرز الناضجة مغلفة بالجراب الذي لا يلتحم تمامـا بغـلاف الحبة، الأمر الذي يؤدى إلى بقاء الحبة حرة داخل الجراب وبالتالى يسهل فصله واستخلاص الحبة.

يوجد على كل من سطحي الحبة خطان طوليـــان متوازيـــان بـــارزان, يقابلان عرقي الجراب من كل سطح وينشأ كل منهما من ضـــغط الحبـــة علـــى الجراب أثناء نموها. الحبة تكون لامعه شفافة نظرا لوجود الاندوسبرم القرني مع احتمال وجود أجزاء معتمة ,تتوزع في الحبة أحيانا .

تتكون طبقه الاليرون من صف واحد من الخلايـــا المـــضلعة ممتلئـــة بحبيبات الاليرون . يشغل الاندوسبرم معظم فراغ الحبة، وهو غالبا مـــا يكـــون قرنيا, نظرا لاحتوائه على نسبه مميزه من البروتين تكـــسبه المظهـــر اللامـــع الشفاف, خلاياه بارنكيميه تحتوى على كثير من حبيبات النشا.

يوجد الجنين فى قاعدة الحبة على الجانب المواجه للعصيفة, ويشبه فـــى تركيبه جنين القمح حيث يتميز بوجود ابيبلاست epiplast واضح.

الإنتاج العالمى من الأرز:

تنتج آسيا أكثر من ٩٠% من مجمـــوع الانتـــاج العـــالمى مـــن الأرز (٢٦٦مليون طن) وتأتى الصين فى مقدمه دول العالم المنتجة لـــه حيـــث يبلـــغ إنتاجها السنوى ١٠٤ مليون طن, تليها الهند (٥٨),واندونيـــسيا (١٨)، واليابـــان (١٥), وبنجلاديش (١٥),وتايلاند ١٢ مليون طن. أما خارج نطاق آســـيا فـــان البرازيل تعتبر أكثر إنتاجا (٧,٨ مليون طن)، يليها الولايات المتحدة الأمريكية (٣,٩ مليون طن). وبصفه عامه يمكن القول أن معظم انتاج الأرز على المستوى العالمى ياتى مصدره من المناطق تحت الاستوائيه .

من ناحية أخرى, تبلغ كميه الأرز التى يتم تصديرها سنويا ٩,٤ مليـــون طن, يأتى ثلثها تقريبا من الدول الصناعية (الولايات المتحدة الأمريكية، ايطاليا، اليابان واستراليا) أما بالنسبة للدول النامية، فان الصين وتايلاند ومصر وبورما، تلعب دورا مميزا أيضا فى هذا الشأن .

تبلغ نسبه الفاقد من حبوب الأرز قدرا كبيرا, إلا انه يمكن الحصول على نسبه تتراوح بين ٦٥-٦٧ %من مجموع الحبوب المتكونة. ولقد أمكن تقليل نسبه

الفاقد أثناء عمليه تجهيز الأرز (تبييض) بما يتراوح بين ٥-١٠%، وذلك مــن خلال ترطيب الحبوب قبل إتمام عمليه التبييض، ثم طهيه لفترة قصيرة ثم أعاده تجفيفه، وهو ما يعرف بالأرز parboiled rice. تتبع هذه الطريقة فى عديد من الدول منذ نهاية الحرب العالمية الثانية. جدير بالذكر أن الأرز الذى يمتاز بجوده صفاته ولا تخضع حبوبه لأى معاملات تمهيديه قبــل التبيــيض يــسمى الأرز الأبيض.

تؤدى عمليات تجهيز وإعداد الأرز الى فقدانه بعض خواص تذوقــه, إلا أن محتواه العالى من الفيتامينات التى تنتــشر فــى طبقــه الأليــرون وخلايــا الجنين,يكسب الحبوب قيمه غذائية مميزه .

تتميز حبوب الأرز المعامل بأنها صفراء اللون، نصف شــفافة, أســرع وأكثر جفافا عند طهيها من حبوب الأرز الأبيض, هذا, بالإضافة الــى أن الأرز المعامل يباع أرخص من نظيره الأبيض.

الأهمية الاقتصادية:

١-يستخلص من مخلفات تبييض الأرز (كسر الأرز) والذى يسمى رجيع الكون, زيت يسمى زيت رجيع الكون بالإضافة إلى شموع وبقايا غنيــة بــالبروتين تصلح كعلائق للدواجن.

٢-تعتبر الحبوب غذاء هاما للإنسان في شتى أنحاء العالم.

٣-يصنع من حبوبه نشا الأرز.

٤-يستفاد من النخالة كعلف للحيوانات.

٥-تستعمل مخلفات النباتات الغنية بالسليكا في صناعه أحجار أفران الاحتــراق كما تستعمل كمواد أوليه في صناعه المطاط.

٦-تستعمل أغلفه الحبوب في صناعه أحجار البناء وكمصدر من مصادر الوقود.

٧-يعتبر قش الأرز ذو أهميه اقتصاديه كبيرة تفوق أهميته في نباتــات الغــلال الأخرى,ففي الدول المنتجة للأرز يمثل القش عاده,حجر الأساس في تغذيــه

وعلائق الحيوانات، حيث تعزى قيمه القش الغذائية في هذه الحالة إلى حقيقة مؤداها أن كلا من سيقان وأوراق الأرز تحتفظ بحيويتها عند وبعد استخلاص حبوبها.

ففي جنوب شرق آسيا يستعمل قش الأرز على نطاق واسع في زراعه وتنميــه فطر قش الأرز *Volvariella volvacea*. ونظرا لنقاء قش الأرز ومتانته فانه يستعمل هناك محليا كماده خام فى صناعه المعاطف وأغطيه الرأس. فضلا عما تقدم، يستفاد من قش الأرز كماده خام في صناعه الورق.

الذرة maize or indian corn

ترجع نشأة نبات الذرة *Zea mays* L. إلى أمريكا الوسطى والجنوبية، ثم انتشر غالبا فيما بعد إلى أجزاء أخرى من العالم. يعتبر أحد أفراد الغلال ذات القدرة الإنتاجية العالية، ولذلك يوصف بأنه على قدر كبير من الأهمية فى غذاء الإنسان والحيوان. ينتمى نبات الذرة من الوجهة التصنيفية إلى عشيرة صــغيرة تسمى *Maydeae* تتبع تحت العائلة *Andropogonoideae* من العائلة النجيليــة *Poaceae*.

توجد فى مناطق النشأة الأولى آلاف من الطرز البدائية، غير أنـــه فـــى شرق أسيا، نشأ أحد طرز الذرة التى تتميز بأن محتواها من النشا يتركب فقــط من أميلوبكتين، وهو الذرة الشمعية *Zea mays convar. ceratina*.

تتوزع الطرز والأصناف الحديثة للذرة والتى أمكن استنباطها خلال برامج تربية طويلة فى عدد من المجموعات على النحو التالى (شكل أ):

١-الذرة الصوائية *Zea mays convar. vulgaris* وهى ذات أهمية قــصوى فى تغذية الإنسان، ويتميز إندوسبرم حبوبها بأنه طرى ونشوى فـــى وســط الحبة، ويحاط من الخارج بأندوسبرم قرنى جاف، الأمر الذى تكون معه قمة الحبة مستديرة.

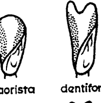
٢-الذرة المنغوزة *Zea mays convar. dentiformis* وهى ذات إنتاج وافر، ويتميز إندوسبرم حبوبها بوجود كل من نوعيه، النشوى والقرنى، مع امتـداد الاندوسبرم القرنى على جانبى الحبة وحتى قمتها. تعزى التسمية إلى وجـود إنخفاض فى قمة الحبة ينشأ نتيجة جفاف الحبة وهبوط مستوى النشا الطرى.

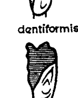
٣-الذرة الطرية أو النشوية *Zea mays convar. amylacea* وهـى التـى تتميز بصلاحيتها لإنتاج النشا، إذ يتميز الإندوسبرم بمحتواه العالى من النشا الطرى.

٤-توجد مجموعة أخرى من الطرز، يستفاد منها فى بعض الأغراض الخاصة، مثل الذرة الـسكرية *Zea mays convar. saccharata* التـى تحتـوى حبوبها على حوالى ٣٠% جليكوجين، وهى ذات حبوب مجعدة عند نضجها نظرا لعدم إنتظام وتوزيع كل من نوعى الإندوسبرم داخل الحبـة. تـصبح الحبوب حلوة المذاق قرب نضجها، نظرا لمحتواها العالى من الـسكر إلـى جانب النشا.

٥-الذرة الفـشار *Zea mays convar. microsperma* ويتميـز إندوسـبرم حبوبها بأنه قرنى شديد الصلابة يحيط بكمية ضئيلة من إندوسـبرم نـشوى طرى، وحبوبها صغيرة الحجم.








شكل (٤أ): طرز حبوب الذرة الشامية.

- إندوسبرم نشوى: غير مظلل - إندوسبرم قرنى: منقط
- إندوسبرم شمعى: مخطط مائل -إندوسبرم يحتوى على دكسترين: مخطط أفقى

تعتبر مجموعة طرز الذرة السكرية، وكذلك الذرة الفشار أقل محصولا مما هو عليه الحال فى المجموعات الرئيسية الأخرى، ويستفاد من حبوبها فى بعض الأغراض الأخرى غير إنتاج النشا.

الاحتياجات البيئية:

تحتاج الذرة إلى طاقة شمسية وفيرة وظروف مناخية دافئة، حيث تتراوح درجة حرارة النمو المثلى بين ٢٠- ٢٤°م، على إلا تقل درجة حرارة الليل عن ١٤°م. يؤدى ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٦°م إلى الإسراع فى النمو، الأمر الذى يقلل من محصول الحبوب، فى حين تؤدى درجة حرارة أعلى من ٣٠°م أثناء النمو إلى تهيئة الظروف الملائمة للإصابة ببعض الأمراض.

تعتبر معظم الأصناف قليلة الاستجابة لطول الفترة الضوئية، إلا أن ظروف النهار القصير تشجع من نموها وتطورها، كما أن درجات الحرارة العالية تقلل من تأثير طول النهار على نمو النباتات.

يعتبر نبات الذرة غير مقاوم للجفاف، حيث يمكن أن تؤدى ظروف الجفاف أثناء فترة الإزهار وخلال الإخصاب إلى خفض فى إنتاج الحبوب. توصف فترة النمو الخضرى فى الأصناف وفيرة المحصول بأنها طويلة حيث تبلغ ١٤٠ يوم أو أكثر. وبالرغم من هذا، فإن توفر ظروف جفاف أثناء مرحلة نضج الحبوب يعتبر أمرا مرغوبا فيه، حيث يسهل ذلك من جنى المحصول ويقلل من مخاطر الإصابة بالفطريات.

ينمو الذرة جيدا فى كثير من أنواع الأراضى، إلا أن أفضلها هى الطميية الرملية والتى تتراوح درجة حموضتها بين ٥,٥ -٨ pH. وفى حالة المناطق وافرة الأمطار يجب أن تكون التربة مفككة، مسامية، نظرا لأن الرطوبة العالية فى هذه الحالة تؤدى إلى ظهور حالات إصفرار للنباتات ونقص فى محصول حبوبها.

النورة The inflorescence

نبات الذرة أحادى المسكن Monoecious ذو أزهار وحيـدة الجـنس Unisexual.

النورة المذكرة:

هى نورة سنبلية دالية طرفية، تنتهى بها الـسلامية الطرفيـة للـساق، وتتركب من محور وسطى يتفرع قريبا من قاعدته إلى عدد من الأفرع الجانبية.

توجد السنيبلات مرتبة فى أزواج، يتركب كل منها من سنيبلة ذات عنق وأخرى جالسة حيث تنتظم هذه السنيبلات فى صفوف طولية. تحتوى كل سنيبلة على زهرتين مذكرتين، يحملها محور السنيبلة. إتب الزهرة العليا يكـون أكبـر حجما من عصيفتها، اما الزهرة السفلى فالعصيفة تكون أكبر من الإتب.

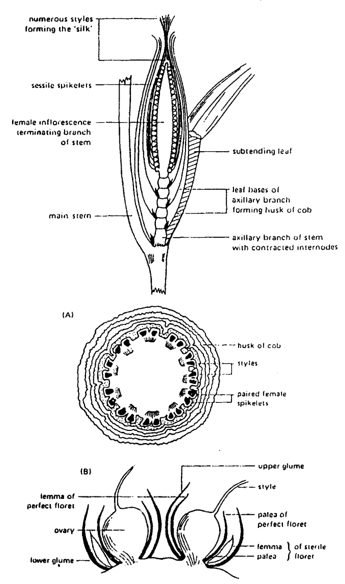
توجد فليستان لحميتان تؤديان نفس الوظيفة التى تؤديها فليسات الغـلال الأخرى. يتركب الطلع من ثلاث أسدية ويوجد فى مركز الزهرة أثـر لمبـيض أولى. تنضج الزهرة العليا أولا ولذلك فالسنيبلة تكون محدودة النمو.

النورة المؤنثة (شكل ٤ب):

تحمل النورة المؤنثة على نهاية فرع جانبى مختزل، ينشأ من برعم إبطى قريبـا من وسط النبات. يوصف هذا الفرع الجانبى بأنه مختـزل الطـول، سـلامياته قصيرة جدا، تنمو من كل من عقده ورقة متحورة إختزل نصلها أو أصبح غائبا خاصة فى الأوراق العليا ولم يتبقى من الورقة إلى غمدها، حيـث تحـيط هـذه الأغماد بعضها ببعض نظرا لتقارب العقد وبالتالى تزاحمها، وهى فى مجموعها تحيط بالنورة الطرفية وتحميها مكونة غلاف النورة Husk المؤنثة.

النورة المؤنثة عبارة عن سنبلة محورة، تتركب مـن محـور وسـطى سميك، توجد عليه السنيبلات المؤنثة التى تترتب فى أزواج وفى صفوف طولية. يتركب كل زوج من هذه السنيبلات من سنيلبتين جالستين. ونظرا لأن كل سنيبلة تكون عند النضج حبة واحدة، فإن كل زوج من هذه السنيبلات ينتج دائما حبتين

عند النضج. بمعنى آخر، ينتج كل صف من السنيبلات المزدوجة صـــفين مـــن الحبوب فى الكوز Ear الناضج، ولذلك فإن عدد صفوف الحبوب فـــى النـــورة المؤنثة يكون دائما زوجيا.



شكل (٤ب): قطاع طولى وآخر عرضى فى النورة المؤنثة وكذلك الـــسنيبلات المؤنثة للذرة الشامية.

تحتوى كل سنيبلة من سنيبلات النورة المؤنثة على زهـرتين، السفلى منهما عقيمة مختزلة، تتكون من عصيفة وإتب وفليستين فضلا عن مبيض أثرى بينما الأسدية غائبة. أما الزهرة العليا فهى مؤنثة خصبة، تتكون مـن عـصيفة قصيرة وعريضة، غشائية، وإتب يشبه العصيفة، فى حين يغيب الطلع ولا توجد منه إلا أثار أولية. المبيض سميك ممتلئ، ذو مسكن واحد، يحمل خيطا طـويلا يعرف بالحريرة Silk وينتهى بالميسم. يرى البعض أن هذا الخيط عبارة عـن قلم، بينما يرى البعض الآخر، أنه ميسما مركبا، إذ أنه لا يوجد هنـاك تمييـز واضح إلى قلم وميسم، حيث أن كل مبيض يحمل خيطا واحد طـويلا يعـرف بالحريرة وهو قابل للتلقيح على معظم طوله.

الحبة والجنين

يختلف شكل الحبوب وحجمها باختلاف الأصناف وتباين موقعها علـى الكوز. فالحبوب التى تقع وسط الكوز تكون أكبر حجما وأكثر انتظاما فى الشكل، أما الحبوب القاعدية فإنها تكون اقل إنتظاما فى الشكل نتيجة ضغط أغلفة الكوز عليها، فى حين تكون الحبوب القريبة من قمة الكوز صغيرة الحجم.

يختلف لون الحبوب كثيرا، وعموما توجد الصبغات التى تكسب الحبـة لونهـا الخاص فى غلاف الحبة أو طبقة الأليرون.

الطبقة الخارجية من الإندوسبرم هى طبقة الأليرون حيث لا تحتوى غالبا على النشا، أما الإندوسبرم فإنه يتكون من خلايا بارنكيمية تحتوى علـى مـواد مخزونة مثل النشا والبروتين. تتباين نسبة البـروتين فـى الإندوسـبرم تبعـا للأصناف والطرز المختلفة وبالتالى يوجد نوعان من الإندوسبرم: قرنى ونشوى.

وفيما يلى التركيب الكيماوى لكل من حبة ودقيق الذرة (%):

المحتويات	ماء	بروتين	دهن	كربوهيدرات	رماد	ألياف خام
حبة الذرة	١١,٥	١٠,٥	٤,٥	٧٠	١,٥	٢,٥
دقيق الذرة (استخلاص ٩٦٪)	١٢	٩,٥	٤	٦٨	١,٢	١,٠
دقيق الذرة (استخلاص ٦٠٪)	١٢	٨	٠,٥	٧٥	١,٠	٠٠

يتميز جنين الذرة بغياب الإبيبلاست فى حين يماثل نظيره فى الغلال الأخرى من حيث تركيبه العام.

على الرغم من أن الذرة يزرع منذ مئات السنين خارج نطاق العالم الجديد، إلا أن دول القارة الأمريكية تظل هى المنتج الرئيسى حيث يبلغ إنتاجها السنوى ١٧٩ مليون طن، تنتج منها الولايات المتحدة الأمريكية منفردة حوالى ١٤٢ مليون طن. أما بالنسبة لمناطق العالم الأخرى، فإن أسيا وأوروبا يبلغ ما ينتج فى كل منهما ٤٥ مليون طن يليها إفريقيا حيث تنتج ٢٥ مليون طن.

يتم حصاد الذرة يدويا فى غالبية دول المناطق الدافئة، إلا انه فى الزراعات الكبيرة تستخدم عادة آلات حديثة الحصاد.

الأهمية الاقتصادية:

١ فى أمريكا الوسطى وكثير من الدول الإفريقية يعتبر الذرة أهم وسائل التغذية البشرية، فى حين يستغل فى الولايات المتحدة الأمريكية وكثير من الدول الأخرى بصفة أساسية كمادة علف.

٢-يستغل جزء كبير من محصول الحبوب كمادة خام لكثير من المنتجات الصناعية مثل نشا الذرة وسكر الجلوكوز وكحول الإيثيل، كما يستفاد منه لإنتاج زيت الطعام.

٣-تستخدم بقايا استخلاص الزيت والنشا فى صناعة علائق للحيوانات ذات محتوى بروتين جيد.

٤-تستخدم ثمار الذرة الغير ناضجة (الكيزان الخضراء) للأكل، إما فى صورة مشوية أو مطبوخة والتى تمثل أحد صور الذرة الصوانية المرغوبة والمحببة فى جميع أنحاء العالم.

٥-تعتبر السيقان والأوراق الخضراء غذاءا عالى القيمة للماشية.

الذرة الرفيعة sorghum

يضم جنس الذرة الرفيعة *Sorghum* عددا من الطـــرز ذات الـــصفات المتباينة. تتراوح ارتفاعات النباتات بين ٠,٦ – ٧ متر، كما ان سيقان النباتات قد تظل عصيرية القوام حتى وقت نضج الحبوب (Kaffir Corn)، أو تصبح عندئذ جافة ومتخشبة تماما (Kaoliang). قد تكون السنابل مفككة، وقـد تكـون فـي صورة رءوس مستديرة، متزاحمة. يتميز نشا الحبوب بالتركيب الكيماوى العادى (٢١ – ٢٨% أميلوز) كما هو الحال فى نشا الذرة *Zea*. بالإضافة إلـى ذلـك، توجد فى شرق أسيا، الذرة الرفيعة الشمعية التى يتميز نشا حبوبها باحتوائه على أميلوبكتين فقط، إلى جانب بعض الأصناف الهندية ذات الحبوب السكرية والتـى يبلغ محتواها من الجليكوجين ٣٠%، كما توجد ايضا بعض طرز الأعلاف النقية مثل حشيشة السودان sudangrass.

يعتبر تنظيم وتصنيف هذه الطرز على أساس أنها أنواع نباتية، إجـراء غير عملى من وجهة نظر تربية النبات، حيث أن جميع الطرز تتميز بإمكانيـة التهجين بين أفرادها، كما أن الاختلافات القائمة داخل النوع، إنما ترجع أحيانـا إلى عامل وراثى (جين) واحد فقط. وفى هذا الصدد، تشير المراجع النباتية إلى أن اسم النوع *Sorghum bicolor* (L.) Moench يستعمل حاليا وعلى نطاق واسع للدلالة غالبا على جميع الطرز مع ترتيبها فى مجاميع داخل نطاق النوع. وبصفة عامة، تفترض بعض الآراء الحديثة ترتيب أهم الطرز العديـدة للـذرة الرفيعة، تبعا للشكل الخارجى للسنابل الناضجة، فى خمس مجموعات على أساس أهميتها الزراعية فى برامج التربية وذلك على النحو التالى:

المجموعة	الإسم الدارج	الإسم العلمى	ملاحظات
1- bicolor	Sudan grass	*Sorghum sudanense*	ـموطنها الأصلى شرق السودان ـ علف
		Sorghum dochna	ـموطنها الأصلى حوض البحر المتوسط
	kaoliang	*Sorghum nervosum*	ـموطنها الأصلى شرق أسيا وهى ذات حبوب صغيرة ذات لون بنى داكن، سيقانها متخشبة ن طويلة جافة.
		Sorghum saccharatum	ـموطنها الأصلى إفريقيا، وهى ذات سيقان عصيرية ذات محتويات سكرية وافرة.
		Sorghum bicolor	ـموطنها الأصلى إفريقيا، ذات حبوب صغيرة بدائية.
2- guinea	Guinea corn	*Sorghum guineense*	ـموطنها الأصلى غرب إفريقيا، ذاتع حبوب صلبة، قوية النمو، تصلح للمناطق غزيرة الأمطار.
3- caudatum	feterifa	*Sorghum caudatum*	ـموطنها الأصلى شرق السودان، ذات حبوب كبيرة، بيضاء مسطحة، هامة فى برامج التربية.
4-kafir	kafir	*Sorghum caffrorum*	ـموطنه الأصلى شرق وجنوب إفريقيا، ذات حبوب مستديرة بيضاء، أو بنية أو حمراء اللون.
	hegari	*Sorghum caffrorum*	ـموطنها الأصلى السودان، ذات حبوب مستديرة بيضاء.
5-durra	durra	*Sorghum durra*	ـموطنها الأصلى شمال شرق إفريقيا ـ آسيا ـ الهند ذات سيقان شمعية، حبوبها صفراء منضغطة، نوراتها متزاحمة
	White durra	*Sorghum cernuum*	ـموطنها الأصلى آسيا ـ الهند، ذات حبوب بيضاء، مستديرة وكبيرة الحجم.

تعتبر الذرة الرفيعة نموذجا لنباتات المنطقة الاستوائية الممطرة صيفا، فهى تحتاج إلى حرارة عالية لكى تنمو جيدا حيث تتراوح درجة الحرارة المثلى بين ٢٧- ٢٨°، كما أنها تتميز بقدرة عالية على مقاومة الحرارة إذا ما قورنت فى ذلك بالغلال الأخرى. تتباين الأصناف من حيث احتياجاتها المائية، وللحصول على أعلى محصول تكفى كمية أمطار تتراوح بين ٥٠٠- ٦٠٠مم. تنمو الذرة الرفيعة فى الأراضى الرطبة أفضل من نبات الذرة. من جهة أخرى تتميز كثير من الأصناف بدرجة مقاومة عالية للبرودة والجفاف. ترجع مقاومة الذرة الرفيعة

للجفاف إلى انخفاض معدل النتح وغزارة المجموع الجذرى وتعمقه فى التربـــة، فضلا عن الكفاءة العالية فى تبادل العناصر المغذية والتوقف المؤقت عن متابعة النشاط الحيوى تحت الظروف غير الملائمة للنمو.

تحتاج الأصناف مبكرة النضج إلى أقل كميـــة رطوبـــة، حيـــث يمكـــن زراعتها فى حالة توزيع كمية أمطار مقدارها ٢٠٠-٢٥٠مم. تعتبـــر الـــذرة الرفيعة نبات نهار قصير إلا أن معظم الأصناف الجديدة يمكنها أيضا الوصول إلى مرحلة الإزهار تحت ظروف النهار الطويل، علما بـــأن ظـــروف النهـــار القصير تؤدى إلى الإسراع من تطورها. تمثل الذرة الرفيعة أحد الأمثلة البارزة على تحمل الملوحة والقلوية، يمكنها النمو فى بيئة ذات درجة حموضة تتـــراوح بين ٥-٨,٥ pH، لا تحتاج كثيرا للتغذية المعدنية، نظرا لأن احتياجاتهـــا مـــن التربة ضئيلة. وللحصول على إنتاج وافر ينبغى أن تكون التربة قد سبق إعدادها وخدمتها جيدا وأن تكون ذات محتوى جيد ومناسب من العناصر المغذية.

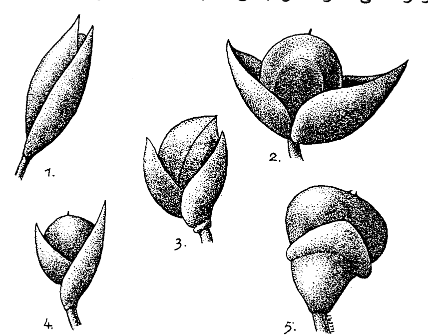
النورة the inflorescence (شكل ٥ أ)

النورة دالية، يتميز محورها بوجود تجويف طولى، توجد عند عقده شـــعيرات، ويحمل أفرعا كثيرة عند العقد، تتفرع بدورها عدة مرات، تحمل السنيبلات على فريعات محور النورة فى أزواج عدا قمتها حيث توجد ثلاث سنيبلات. يتركـــب زوج السنيبلات (شكل ٥ ب) من سنيبلة جالسة وأخرى معنقة، تضم المجموعـــة القمية ثلاثية السنيبلات واحدة جالسة وإثنين معنقتين. تحاط الـــسنيبلة الجالـــسة بقنبعتين، السفلى منها كبيرة، ملونة، صلبة يتميز بها عدة عروق، أما العليا فهى قليلة العروق، زورقية الشكل. تقوم القنابع بحماية الأزهار وكذلك الحبوب خلال مراحل نضجها.

تحاط السنيبلة المعنقة بقنبعتين جلديتين وتتركب من زهرتين:

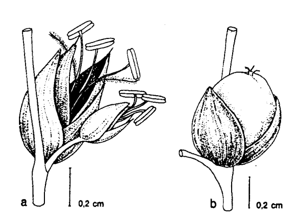
١-زهرة عليا مذكرة، تتركب من عصيفة عديمة السفا، ولا يوجد إتب وهى ذات ثلاث أسدية.

٢- زهرة سفلى مختزلة، تتركب من عصيفة فقط، غشائية رقيقة ذات شعيرات.



شكل (٥أ): طرز سنابل مجموعات الذرة الرفيعة

١- *bicolor* ٢- *guinea* ٣- *caudatum* ٤- *kafir* ٥- *durra*



شكل (٥ب):

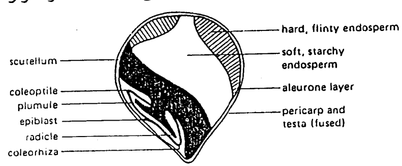
a أزواج السنيبلات فى الذرة الرفيعة: السفلى معنقة مذكرة، والعليا جالسة خنثى

b ثمرة ناضجة مغلفة بالقنابع

السنيبلة المعنقة

الحبة والجنين (شكل ٥ ج)

الحبة صغيرة الحجم، مدببة نوعا، وتتفاوت الحبوب شكلا وحجما ولونا، قد تكون الحبة مستديرة أو بيضاوية الشكل. الحبة منبسطة نوعا، يكون أحد سطحيها مقعر إلى حد ما حيث يوجد الجنين عند قاعدته. يوجد على السطح الآخر بقـع بنية اللون، قريبا من قاعدة الحبة، وهى تحدد موضع اتصال الحبة بأحد فريعات النورة، فى بعض الطرز، يوجد خطان أو ثلاثة تمتد من قاعدة الحبة إلى قمتهـا ويشاهد بروزان صغيران على قمة الحبة يمثلان بقايا قلـم المبـيض. يتركـب الاندوسبرم من جزء وسطى دقيقى يحيط به آخر قرنى صلب. يختلـف مقـدار وتوزيع كل من نوعى الاندوسبرم النشوى والقرنى تبعا للصنف أوالطراز.



شكل (٥ج): قطاع طولى فى حبة الذرة الرفيعة

لا يحتوى بروتين الحبة على جلوتين ولهذا يخلط دقيق الذرة الرفيعة مع دقيق غلال آخر لإنتاج خبز جيد. يشبه جنين الحبة فى تركيبه جنين الذرة إلا انه يحتوى فقط على الجذير حيث أنه لا توجد جذور جنينية.

الأهمية الاقتصادية

تعتبر الذرة الرفيعة من نباتات الغلال الهامة لتغذية الإنسان فى إفريقيـا الاستوائية والهند والصين. تأتى الولايات المتحدة الأمريكية فى مقدمـة الـدول الأكثر إنتاجا للذرة الرفيعة (٢١ مليون طن) يليها الهند (٦،٤)، ونيجيريا (٣،٦)، ثم المكسيك والأرجنتين ولكل منهما (٢،٤) ثم السودان (١،٤) مليون طن.

يبلغ الإنتاج الكلى السنوى فى إفريقيا ٨,٩ مليون طن وفى آسيا ٨,٢ مليون طن، وبالرغم من هذا، لا تلعب الذرة الرفيعة دورا ملموسا على مستوى التصدير.

-يستخدم دقيق الذرة الرفيعة فى إفريقيا وآسيا فى صورة مطبوخة أو يصنع منه خبز كغذاء للإنسان.

-يستغل جزء كبير من الحبوب فى إفريقيا لتجهيز مشروب البيرة.

-يستفاد من بعض المنتجات الثانوية التى يحصل عليها أثناء استخلاص النشا مثل زيوت وشموع فضلا عن مخلفات غنية بالبروتين كمصدر علف للحيوانات.

-فى بعض الدول، يستفاد من أغلفة الحبوب فى استخلاص مواد ملونة تستخدم فى تلوين بعض الأغذية وصبغ المنسوجات.

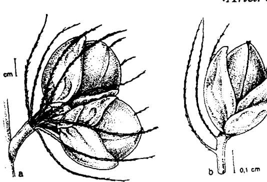
-تمثل السيقان والأوراق فى بعض الأصناف، مادة خضراء نوعا وعصيرية عند الحصاد، تتميز بقيمة غذائية عالية كمادة علف.

-تستغل السيقان الجافة وكذلك الجذور فى بعض مناطق الهند والصين كمواد دائمة للوقود، كما تستخدم السيقان الصلبة لبعض الطرز (kaoliang) فى تشييد المنازل.

محاصيل الغلال الأخرى (شكل ٦أ ، ب، ج)

يزرع كل من نوعى المنطقة المعتدلة، واسعى الانتشار، نبات الحنطة *Secale cereale* L. والشوفان *Avena sativa* L. فى الدول الدافئة، نادرا كغلال، فى حين يزرعان فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية كنباتات علف وفى مساحات محدودة. من جهة أخرى، تلعب معظم أنواع الغلال ذات الحبوب الصغيرة دورا هاما فى كل من إفريقيا وآسيا، حيث يقدر إنتاجها السنوى بحوالى ٢٥-٣٠ مليون طن للهكتار، كما تعتبر هذه الغلال فى بعض المناطق أهم من الأرز أو الذرة الرفيعة، ولا تزال زراعتها قاصرة على مناطق العالم القديم حيث كانت نشأتها الأولى.

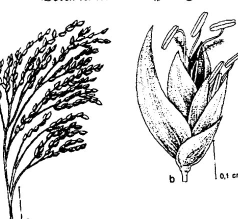
تنتمى معظم أنواع الغلال التى تتميز بحبوبها صغيرة الحجم إلى تحت عائلة *Panicoideae* والتى من صفاتها الهامة وجود غلاف محكم يحيط بالحبة الناضجة، تنتمى حشيشة الكنارى *Phalaris canariensis* إلى عشيرة *Phalarideae* التابعة لتحت عائلة *Pooideae*، بينما ينتمى كل من *Eragrostis*، tef *Eleusine coracan* إلى تحت عائلة *Eragrostoideae*، كما تنتمى *Coix lacryma- jobi* إلى عشيرة *Maydeae* التابعة لتحت عائلة *Andropogonoideae*.



شكل (٦أ): محاصيل الغلال الأخرى

a) السنيبلات محاطة بعدد من الشعيرات الخشنة *Pennisetum glaucum*.

b) عدد من الشعيرات داخل نطاق السنيبلة *Setaria italica*.



شكل (٦ب): a) *Panicum sp.*: النورة

b) سنيبلة ثنائية الأزهار: السفلى مذكرة او عقيمة والعليا خنثى



شكل (٦ج): *Coix lacryma-jobi*: النورة

الميسم :n　　أزهار مذكرة :m　　قلافة :Hü

يوضح الترتيب التالى أنواع الغلال ذات الحبـوب الـصغيرة ومنـاطق انتشارها وأوجه الاستفادة منها:

ملاحظات	مناطق الانتشار	الاسم العلمى
تزرع محليا فقط	مالى- بوركينا فاسو	*Brachiaria deflexa* Hubb.
طرز ذات غلاف رقيق تزرع كغلال- طرز ذات غلاف صلب تزرع كعلف أخضر	جنوب شرق آسيا- إفريقيا الاستوائية	*Coix lacryma- jopi* L.
يزرع محليا فقط كنبات علف	الهند	*Digitaria cruciata* (Nees) A. Camus var. esculenta Bor.
يقدر إنتاجها السنوى ١٠٠,٠٠٠ طن	غرب إفريقيا	*Digitaria exilis* (kipp.) Stapf
يزرع محليا فقط	نيجيريا- النيجر- توجو- بنين	*Digitaria iburua* Stapf
مبكرة النضج- مقاومة للملوحة- تزرع كعلف أخضر فى كثير من الدول	الهند- شرق آسيا	*Echinochloa frumentacea*
تؤكل كأحد أنواع الخبز- يستفاد منها لتجهيز البيرة تتميز بقدرة عالية على تحمل ظروف التخزين	شرق إفريقيا- الهند- اليابان	*Eleusine coracan* (L.) Gaertn.
تجهز كخبز ويستفاد منها لصناعة البيرة- تزرع خارج إثيوبيا كنبات علف سريع النمو	إثيوبيا	*Eragrostis tef* (Zuccagni) Trotter
يستفاد منها كخبز ولتجهيز البيرة- تصلح كعلف للطيور	دول حوض البحر المتوسط حتى شرق آسيا خاصة روسيا	*Panicum miliaceum* L.
مقاومة للجفاف وكذلك الرطوبة- عديمة الاحتياجات	الهند- سرى لانكا- الشرق الأوسط	*Panicum sumatrense* Roth ex Roem. et Schult.
مقاومة للجفاف- عديمة الاحتياجات تزرع كعلف	الهند- الصين- اليابان	*Paspalum scropiculatu* L.
مقاومة للملوحة والجفاف- تصلح كعلف للطيور	إفريقيا- الهند	*Pennisetum glaucum* (L) R. Br.
يستفاد منها كعلف للطيور وكعلف اخضر أيضا	حوض البحر المتوسط خاصة المغرب- الأرجنتين	*Phalaris canariensis* L.
قليلة الاحتياجات الحرارية بالمقارنة مع انواع الغلال الأخرى ذات الحبوب الصغيرة- يستفاد منها لصناعة بعض أنواع الخبز وكذلك كعلف للطيور وعلف أخضر	حوض البحر المتوسط حتى اليابان- الصين- والهند	*Setaria italica* (L.) Beauv.

تعتبر جميع أنواع الغلال ذات الحبوب الصغيرة محبة للـدفء، حيـث يمكـن لبعـضها النـضج خـلال شـهرين مثـل *Panicum miliaceum*، *Echinochloa frumentacea*، *Panicum sumatrense*، كما أن لـبعض الأنواع القدرة على النمو فى أراضى فقيرة جدا، تصلح بالكاد للإستفادة منها فى زراعة أى مـن الثمـار الحقليـة الأخـرى مثـل *Panicum sumatrense*، *Echinochloa frumentacea*، *Paspalum scrobiculatum* ، *Digitaria exilis*، من جهة أخرى، يمكن لبعض الأنـواع مثـل *Panicum miliaceum*، *Pennisetum Glaucum* إنتاج ما يتراوح بين ٣-٥ طن حبوب للهكتار فى حالة توفر ظروف مناسبة للنمو.

ولقد أمكن بالفعل، ومن خلال برامج تربية، تحسين المحصول فى هـذه الأنواع كما ونوعا خاصة مع نبات الدخن *Pennisetum glaucum* الذى يزرع منه عديد من الطرز سواء فى إفريقيا خاصة السنغال أو فى الهند.

وكما هو الحال مع الذرة الرفيعة *Sorghum* تستعمل المراجع النباتية غالبـا أسماء تجميعية، لذا، فإنه فى حالة الطرز العديدة من نبات الدخن، وجد أن الاسم القديم هـو *Pennisetum glaucum*، وبالإضـافة إليـه يـستعمل أيـضا. *Pennisetum americanum* k. Schum، *Pennisetum spicatum* Roem. وإلى جانب استعمال الدخن كغلال لإنتاج الحبوب، فإنه يعتبر واحدا من نباتـات العلف غزيرة الإنتاج فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية.

ورغم أن الغالبية من أنواع غلال الحبوب الصغيرة تكتسب أهمية محلية فقط، إلا أن البعض منها كان قديما واسع الإنتشار وظل يمثل أهمية كبرى حتى الآن كنباتات غذاء مثل *Pennisteum glaucum*، *Panicum miliaceum*، *Eleusine coracan*، *Setaria italica*.

يستفاد من حبوب هذه المجموعة النباتية كمصدر للدقيق وصناعة بعض أنواع الخبز فضلا عن استخدامها فى صناعة البيرة. يستفاد من الحبوب أيـضا فى صناعة أعلاف الحيوانات.

تمثل حبوب حشيشة الكنارى *Phalaris canariensis* أهمية خاصـة على مستوى التجارة العالمية نظرا لاستخدامها كغذاء للطيور، لذا تزرع فى كل من الأرجنتين والمغرب بغرض التصدير حيث أنهما يمثلان الـدول الرئيـسية المنتجة لهذه الحبوب. يعتبر قش الغلال ذات الحبـوب الـصغيرة علفـا هامـا للحيوانات فى جميع مناطق زراعتها، حيث غالبا ما تزرع خصيصا لهذا الغرض كما فى حالة *Eragrostis tef* فى كل من الهند وجنوب أفريقيا.

فى أوقات الأزمات والمجاعة، تجمع حبوب بعـض الأعـشاب البريـة وتستخدم كغذاء فى كل من إفريقيا وآسيا، وقد يزرع بعضها أحياناً، إلا أنـه لا ينظر إليها كنباتات اقتصادية ذات شأن كبير مثل أبـو ركبـة *Echinochloa column* (L.) Link والدنيبـة. *Echinochloa crus-galli* Pal. Beauv (L.) والأرز الهندى *Zizania aquatica* L.

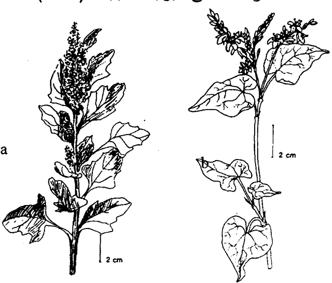
٢ – الغلال الكاذبة Pseudocereals (شكل ٧)

يطلق إصطلاح Pseudocereals على بعض النباتات –خارج نطـــاق النجيليات– من ذوات الفلقتين والتى تزرع بغرض الاستفادة من بــذورها التـــى تختزن النشا. تعتبر أنواع جنسى *Chenopodium, Amaranthus* من أقـــدم أنواع النباتات الاقتصادية المعروفة حيث توجد مئات عديدة من الطرز التى تتبع كل منهما. فى جنس *Amaranthus* توصف هذه الطرز وتصنف على اعتبـــار أنها تحت أنـــواع *Subspecies* أو حتـــى كـــأنواع *Species* مـــستقلة مثـــل *Amaranthus leucocarpus S.* Wats., *Amaranthus cruentus* L..

وكما هو الحال فى المحاصيل الأخرى كالـــذرة الرفيعـــة *Sorghum* والـــدخن *Pennisetum* يكون من المفيد عمليا التعامل مع أسماء تجميعية للدلالـــة علـــى الطرز المختلفة فيما يتعلق بأسمائها العلمية وذلك كما هو موضح علـــى النحـــو التالى:–

ملاحظات	الانتشار	الإسم العلمى
يزرع أيضا كخضر ونبات زينة يزرع أيضا كخضر ونبات زينة	أمريكا الوسطى والجنوبية، الهند –إيران- الصين والوسطى أمريكا الجنوبية والوسطى وشمال الهند	*Amaranthaceae* عائلة عرف الديك *Amarauthus caudatus* L. *Amaranthus hybridus* L.
تتميز طراز البذور بإرتفاع يصل إلى ٢ متر. يستفاد منها للتغذية أوقات الأزمات تؤكل الأوراق كخضر فى جميع المناطق	منطقة الهيمالايا بالهند	Chenopodiaceae العائلة الرمرامية *Chenopodium album* L.
	أمريكا الجنوبية – بيرو- بوليفيا	*Chenopodium canihua* Cook
تستغل كخضر ورقية	أمريكا الجنوبية	*Chenopodium quinoa* Willd.
		Polygonaceae العائلة الحماضية
يستفاد منها كخضر، وعلف للدواجن، وعلف أخضر، وسماد أخضر، وغطاء للتربة وغذاء للنحل	جنوب غرب آسيا، الهند، نيبال	*Fagopyrum esculentum* Moench
البذور خفيفة ذات طعم قابض –يستفاد منها كعلف أخضر وسماد أخضر	جنوب غرب آسيا، سيبيريا، الهند خاصة منطقة الهيمالايا	*Fagoyrum tataricum* (L.) Gaertn.

أحيانا، تؤكل بذور الأنواع الأخرى من جنس *Amaranthus mantegzzianus* *Amaranthus* مثلما هو الحال فى حبوب النجيليات (الغلال).



شكل (٧): الغلال الكاذبة

a) *Chenopodium quinoa* b) *Fagopyron esculentum*

يعتبر جنسا *Fagopyrum, Chenopodium* مـــن نباتـــات المنـــاطق الجبلية الباردة، يزرع *Chenopodium quinoa* فى بعض منـــاطق أمريكـــا الجنوبية، خاصة المناطق المرتفعة والتى لا تنضج فيها أى من الغلال الأخرى. يتحمل جنس *Amaranthus* ظروف الحرارة العالية، إلا أن جميع أنواع هـــذه المجموعة النباتية يمكنها التطور سريعا فى ظروف المناخ البارد أيـــضا حيـــث يمكنها إتمام دورة النمو خلال حوالى ثلاثة أشهر. يمكن الإســـتفادة مـــن هـــذه النباتات بزراعتها فى معظم الأراضى الفقيرة.

يعتبر محتوى البذور من العناصر الغذائية متمشيا إلى حـــد كبيـــر مـــع نظيره فى حبوب الغلال حيث يتراوح محتوى بذور كل مـــن *Chenopodium quinoa, Amaranthus* من البروتين ١٤-١٦% والـــذى يتميـــز بخـــواص تحويلية جيدة، وقيمة بيولوجية عالية. تتميز حبـــوب *Amarauthus* بمحتـــوى

عال من الفوسفور والكالسيوم (٥٢٠ ملليجرام فوسفور، ١٨٥ ملليجرام كالسيوم لكل ١٠٠ جرام). يتركب النشا فى بذور *Amaranthus* تقريبا من أميلـوبكتين فقط مثلما هو الحال فى الطرز الشمعية من نباتات الغلال. تنتفخ البـذور عنـد تسخينها وبالتالى عندما تختلط وهى على هذه الصورة مع عسل النحل أو سـائل سكرى، يمكن استعمالها للأكل كما فى الهند تحت مسمى *Laddoo* وكذلك الحال فى أمريكا الوسطى.

تحتوى بذور *Chenopodium quinoa* على صابونينات سـامة، ذات طعم مر، الأمر الذى يستلزم التخلص منها قبل استعمالها وذلك عن طريق نقـع البذور فى الماء.

يستفاد من الأوراق والأفرع الحديثة فى جميع الأنواع كخضر. ونظـرا لمعدل النمو السريع والمميز لجنس *Fagopyrum* فإنه يستفاد منه كنبات هـام سواء للتسميد الأخضر أو كغطاء للتربة.

علاوة على ما تقدم، يتميز النـوع *Chenopodium ambrosioides* وبعض الأنواع الأخرى من جنس *Chenopodium* بإحتواء زيوتهـا الطيـارة على اسكاريدول Ascaridol ذو أهمية طبية، حيث يستفاد منه فى طرد الديدان المعوية فضلا عن استعماله فى مجال الطب البيطرى لعـلاج بعـض أمـراض الجهاز التنفسى.

٣- المحاصيل الدرنية الخازنة للنشا
Starch Storage Crops

يعتمد عدد كبير من سكان المناطق الحارة، لاسيما المناطق الممطرة على عدد من المحاصيل ذات الأعضاء الأرضية الخازنة بإعتبارها مـصدراً للغـذاء النشوى. من بين هذه النباتات التى تختزن أعضاؤها الأرضـية النـشا بـصفة رئيسية أربعة أجناس ينظر إليها على اعتبار أنها ذات أهمية إقتصادية فى هـذا الشأن وهـى الكـسافا *Cassava* والبطاطـا sweet potato واليـام yams

والبطاطس Potato، وترجع فى نشأتها جميعا إلى المنطقة الإستوائية. تتـضح الأهمية الإقتصادية لهذه النباتات من خلال تصدير منتجاتها المجففة مثل البطاطا المجففة لأغراض التغذية البشرية وكذلك الشرائح المجففة من كل مـن الكـسافا والبطاطا كمصدر من مصادر علف الحيوانات، فضلاً عن إنتاج النشا من كل من الكسافا والبطاطا والبطاطس (جدول ١).

جدول رقم (١) يوضح المحتوي الغذائى لكل ١٠٠ جرام مـادة طازجـة مـن النباتات الدرنية الخازنة للنشا.

النبات	كالورى (كيلو)	ماء g	بروتين خام g	نشا وسكر g	دهن خام g	ألياف خام g	كلوريد الصوديوم mg	فوسفور mg	حديد mg	فيتامين A I. E.	ثيامين mg	فيتامين C mg
البطاطس	٨٠	٨٠	١,٨	١٧	٠,١	٠,٥	١٠	٥١	١	٤٠	٠,١	٢٠
اليام	١١٠	٧٢	٢	٢٤	٠,٢	١	٢٢	٨٨	١	-	٠,١	٥
الكسافا	١٥٠	٦٢	١	٣٥	٠,٢	١,٣	٣٠	٤٠	٠,٨	-	٠,٠٦	٣٠
البطاطس	١٢٠	٧٢	١,٥	٢٥	٠,٢	٠,٨	٣٠	٤٢	١	٢٥٠٠/٥٠	٠,١	٢٠
القلقاس	١١٥	٧٢	١,٧	٢٥	٠,٢	٠,٨	٢٣	-	١,١	-	٠,١٥	٥

كإحدى وسائل التغذية وكذلك استعماله فى بعض الأغراض التكنولوجية. تتباين الأنواع المختلفة التابعة لهذه الأجناس تباينا كبيرا فى محتواها البروتينى. فالكسافا تتميز بأقل محتوى من البروتين كما هو موضح فى (جدول ٢) فى حـين يبلـغ المحتوى البروتينى فى أى من الأنواع الأخرى أكثر من ٥%. جدير بالذكر، أن اليام يقارب إلى حد كبير فى محتواه البروتينى كل من الأرز والذرة.

وبالنظر إلى العناصر الغذائية الأخرى تتباين فيما بينها تباينا ملحوظـا، فالبطاطا ذات اللحم الأصفر تتميز بمحتوى عالى من فيتامين A، كما أن مجموع فيتامين B توجد بكميات مماثلة لنظيرتها فى الغلال (على أساس الوزن الجاف). تعتبر البطاطس والكسافا والبطاطا مصدار قيمة لفيتامين C، كما أن اليام يحتوى على مقادير كافية منه أيضاً وذلك لتغطية الاحتياجات اليومية للإنسان.

وبالمقارنة مع حبوب الغلال فإنه عند استخلاص النـشا مـن النباتـات الدرنية يتبقى بالكاد بعض منتجات ثانوية ذات نوعية محدودة الجـودة تـستخدم كعلف للحيوانات.

تتميز بعض النباتات الدرنية والتى يستمر نموها الخضرى فترة طويلـــة بكونها مصدرا من مصادر الطاقة. مثلا، يمكن لنبات الكسافا، فى حالة خدمتـــه جيدا، إنتاج حوالى ٢٠ طن نشا للهكتار فى العام وهو مـــا يعـــادل حـــوالى ٨٠ مليون كيلو كالورى، وهذا الإنجاز لا يمكن تحقيقه إلا من خلال نخيل الـــساجو *Sago Palm*. ولهذا إزداد الإهتمام بالنباتات الدرنية خلال الفترة الأخيرة خاصة فى المناطق الإستوائية. وتعتبر الأنواع التى تتميز بقصر فترة نموها الخـــضرى ذات أهمية خاصة فى المناطق التى تقل فيها فترة الأمطار أو تلك التى يتبع فيها نظام الزراعة المكثفة *Multiple Cropping*، ومن هـــذه الأنـــواع البطاطـــا والبطاطس.

الكسافا Manioc or Cassava

نبات الكسافا من المحاصيل الجذرية الدرنية التي تشكل غذاءاً رئيسيا فى كثير من أنحاء إفريقيا وجنوب آسيا وأمريكا اللاتينية، حيث يستخدم طهيا بطرق مختلفة. وبالرغم من انخفاض نسبة البروتين بهذه الجذور، إلا أنها تعتبـــر مـــن المصادر الجيدة للطاقة. تمثل الكـــسافا الطازجـــة أو المجففـــة مـــصدراً هامـــا للكربوهيدات لعلائق الحيوانات فى هذه المناطق.

تنتمى جميع الطرز المنزعـــة مـــن الكـــسافا إلـــى النـــوع *Manihot esculenta Crantz* التابع للعائلة السوسبية *Euphorbiaceae*. تنتشر الطرز البرية فى المنطقة الممتدة من حوض الأمازون حتى جنوب المكـــسيك، تتبـــاين الطرز فيما بينها من حيث شكل الأوراق، طولها، سمك ولون الجذور المتدرنة، فضلا عن محتوى هذه الجذور مـــن اللينامـــارين Linamarin. وفـــى مجـــال الزراعة، توجد مجموعتان من الطرز:

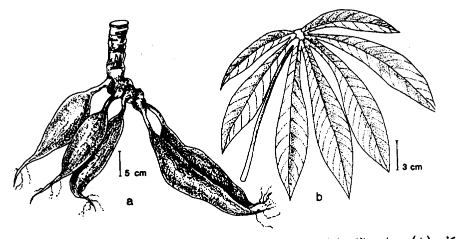
أ- مجموعة الطرز مبكرة النضج، وهذه يمكن أن تحصد بعد مرور ٦-٩ أشهر وتتميز بإنخفاض محتوى جذورها من ليناميارين وتـــسمى الحلـــوة *Sweet Cassava*، لذا فهى تستعمل طازجة بصفة أساسية.

ب-مجموعة الطرز متاخرة النضج، وهذه تتسم بغزارة الإنتاج، وذات محتـوى عالى من ليناماربن فى جذورها المتدرنة، تحصد بعد مرور ١٨-٢٤ شهر من زراعتها، وتستخدم عادة لاستخلاص الدقيق والنشا أو تستغل فى تجهيز علائق الحيوانات، وتسمى المرة Bitter Cassava.

تنبع الأهمية الخاصة للكسافا من كونها أعلى النباتات الدرنية محصولا، فى الوقت الذى لا تحتاج فيه إلى جهد كبير لزراعتها والحصول على إنتاجها. هـذا بالإضافة إلى أن أعضائها الأرضية المخزنة (الجذور المتدرنة) يمكنها البقاء فى التربة لعدة سنوات دون أى ضرر، الأمر الذى يجعل منهـا رصـيدا مخزونـا بالتربة يمكن استغلاله فى أوقات ندرة مصادر الغذاء.

تزرع الكسافا حاليا فى جميع أنحاء المنطقة الإستوائية، وأصـبحت تمثـل سادس محصول من محاصيل الغذاء فى العالم. تمثل إفريقيا أكبر منتج للكـسافا (٤٤ مليون طن) تليها أمريكا اللاتينية (٣٨ مليون طن)، وتأتى البرازيـل فـى مقدمة دول العالم إنتاجا للكسافا تليها زائير فأندونيسيا ثم نيجيريا.

نبات الكسافا شجيرى معمر، يصل إرتفاعه إلى حـوالى ٤ متـر، أوراقـه عميقة التفصيص (شكل ٨)، تترتب حلزونيا على الساق والسيقان متخشبة جـدا. الأعضاء المخزنة عبارة عن جذور عرضية متضخمة (شكل٨). تحتوى الجذور المتدرنة وكذلك جميع أعضاء النبات الأخرى على جلوكسيد ليناماربن ذو الطعم القابض، الذى يتحرر منه نتيجـة التحلـل المـائى وبفعـل انـزيم ليناماريز Linamarase حمض البروسيك Prussic acid. لا يقتصر وجود ليناماريـن على الحليب النباتى فقط وإنما يوجد فى جميع خلايا الجذر المتدرن. تتميز قشرة الجذر المتدرن بإرتفاع محتواها من ليناماربن بالمقارنة مع النخاع، ففـى حالـة الطرز الحلوة يبلغ محتوى خلايا النخاع من ليناماربن أقل من ٥٠ مجم/كيلو فى حين يبلغ محتوى نظيره فى الطرز المرة أكثر من ١٠٠ مجم ليناماريـن لكـل كيلوجرام.



شكل (٨): نبات الكسافا

a الجذور المتدرنة b ورقة خضراء

يتنوع لون الساق فى نبات الكسافا تبعا للصنف، فقد يكون ذا لون رصاصى فضى أو بنى محمر وقد يكون بنى داكن وكثيرا مـــا يكـــون مخططـــا بـــاللون الأرجوانى. تحتوى جميع أعضاء النبات على تراكيب حليب نباتى وهى الـــصفة البارزة المميزة لنباتات العائلة السوسبية.

كثير من أصناف الكسافا نادرا ما تنتج أزهارا والبعض الآخر لا يزهر على الإطلاق. يتكاثر نبات الكسافا خضريا بالعقل الـــساقية Stem cuttings والتـــى ينتج عن زراعتها تكوين مجموع جذرى عرضى ينتشر جانبيا وعموديا. تتكشف الجذور المتدرنة عند قاعدة الساق وذلك فى بعض الجـــذور العرضـــية نتيجـــة لحدوث نمو ثانوى فى أنسجتها الداخلية. يتركب الجذر الدرنى من ثلاث مناطق:

المنطقة الخارجية وهى البريدرم Periderm، قد تكون جامدة وســميكة أو رفيقة وناعمة، يتنوع لونها تبعا للصنف. يلى البريدرم إلى الداخل منطقة القشرة Cortex وهى عادة بيضاء اللون وأحيانا تكون مخططة بلون بنـــى. المنطقـــة المركزية وهى النخاع حيث يمثل المنطقة الإختزانية الأساسية للجذر المتـــدرن، ويتركب من خلايا بارنكيمية اختزانية، مختلطة ببعض عناصر وعائية وأنابيـــب حليب نباتى. النخاع يكون غالبا أبيض اللون وأحيانا يصبح مصفرا نوعا، تحتوى

خلاياه على حبيبات نشا، متوسطة الأقطار، ذات سرة مركزية، نجمية الـشكل. يصل مقدار النشا فى الجذور المتدرنة الناضجة حوالى ٣٠%. تصبح الجـذور المتدرنة المسنة ملجننة وبالتالى لا تصلح لأغراض التغذية.

تتفاوت الجذور المتدرنة فى الحجم تبعا للصنف، والعمر، وصفات التربة وكذلك الظروف البيئية. تكون الدرنات عادة اسطوانية الشكل، قد يصل طولهـا إلى حوالى ٢-٣ قدم (شكل ٨).

تعتبر الكسافا واحدة من نباتات المنطقة الإستوائية الرطبة، نـادرا مـا تزرع فى مناطق تصل فى ارتفاعها إلى أكثر من ١٤٠٠ متر نظراً لاحتياجاتها العالية من الحرارة. تحتاج الكسافا إلى مناطق مكشوفة لزراعتهـا مـع تـوفر ظروف تمتاز بوفرة ضوء الشمس قدر الإمكان.

وكما سبق القول، تتكاثر الكسافا خضريا بالعقل الساقية حيث تجهز عقل ناضجة بطول حوالى ٢٥سم وذات أقطار تتراوح بين ٢-٣,٥سم، وتحتوى كـل منها على ٤-٦براعم. جدير بالذكر، أن السيقان المنتجة من مساحة هكتار واحد تكفى لزراعة مساحة مقدارها ٥-٦ هكتار. تزرع العقل على أبعاد تتفاوت مـن ٨٠ × ٨٠سم إلى ١٥٠ × ١٥٠سم تبعا للصنف وخصوبة التربة، وعلى أعماق تتراوح بين ٥-١٥سم، وقد تزرع على أعماق أكبر من ذلك خاصة فى المناطق الجافة، تبدأ الجذور فى التكشف خلال أيام قليلة من الزراعة، فـى حـين تبـدأ الأوراق بعد حوالى ١٤يوم.

تجمع الجذور المتدرنة بقدر الإمكان قبل أن تصبح جامدة، صلبة وذلـك فى حالة استعمالها طازجة أما فى حالة استعمالها كمصدر للنشا فإنهـا تحـصد متأخرة. قبل الحصاد، تقطع السيقان وتستبعد. فى حالـة الاسـتعمال الطـازج للجذور المتدرنة أو استخدامها كمصدر للنشا أو تجفيفها ينبغى البدء فـورا فـى تجهيزها قدر الإمكان (خلال ٢-٣ أيام) نظرا لإمكانية التلف الـسريع للجـذور المتدرنة عقب الحصاد. فى حالة الاستعمال الطازج تكون أخطار التسمم قليلـة نظرا لأن حمض البروسيك الذى يتحرر نتيجة تحلل ليناميرين يستغرق تكونـه عدة أيام بعد الحصاد.

يتروح أقصى محصول من الجذور المتدرنة بين ٦٠–٨٠ طن للهكتار، فى حالة الزراعة الاقتصادية يعتبر محصول مقـداره ٣٠–٤٠ طـن للهكتـار مجزيا، إلا أن متوسط الإنتاجية العالمى يكون حوالى ٩ طن للهكتار فقط.

فى حالة استخدام الجذور المتدرنة طازجة يتم تقـشيرها، حيـث تـزال أنسجتها من القشرة وحتى الكامبيوم وبالتالى تستعمل أنسجة النخاع فقط. أما فى حالة الطرز المرة فإن ليناميارين يستبعد إما بالعصر أو بالتحلل المائى عن طريق تقطيعها ثم غليها فى الماء أو تبشر وقد تطحن وتعصر بعد ذلك.

فى غرب إفريقيا يستعمل دقيق الكسافا لإنتاج ما يسمى بــ gari وهــو منتج يتميز بمحتواه العالى من البروتين والذى يفوق نظيره فى الدقيق.

فى حالة تجهيز الجذور الدرنية للأغراض التكنولوجية فــى المــصانع، تستبق الطبقة الفلينية الخارجية فقط، بغرض الاستفادة أيضا من نشا القشرة. يتم استخلاص النشا من خلال عملية ترطيب تتم بعد تقطيع وطحن للأنسجة، الأمر الذى يؤدى إلى غسيل وفصل المواد المرة وكذلك حمض البروسيك. فى حالــة إنتاج الكسافا المجففة، يتكسر حوالى ٩٨%، من ليناميارين خلال عملية التجفيف.

يوجد منتج خاص يتم تحضيره مــن نــشا الكــسافا ويــسمى تابيوكــا Tapioka، يحصل عليه من خلال تسخين النشا المرطب علــى حــرارة تبلــغ ٧٠°م، حيث أن هذه الدرجة تكون كافية لتجمع النشا فى صــورة تجمعــات أو كتل، تصبح أكثر قابلية للذوبان والتحلل. تباع التابيوكا فى الأسواق فى صــور عدة. أما السائل المتبقى عند استخلاص النشا، فإنه يتم طبخه ويجهز للأكل كمــا فى غرب الهند تحت مسمى Cassaripo أو Tucupay كما فى البرازيل.

تمثل أوراق الكسافا حديثة العمر الغنية بالبروتين صورة الخضر الهامة فى كثير من الدول. يعتبر نشا الكسافا ذو مواصفات جيدة، حيث يــستخدم فــى صناعة المواد اللاصقة، وكمصدر للــسكريات، والكحــول والأســيتون. هــذا، بالإضافة إلى كونه يستخدم فى غذاء الإنسان وعلائق الحيوان.

البطاطا Sweet potato

البطاطا. *Ipomoea batatas* (L.) Poir تنتمى إلى العائلة العلاقية *Convolvulaceae*، وترجع فى نشأتها إلى المنطقة الشمالية من أمريكا الجنوبية وحتى المكسيك. تعتبر سداسية التركيب الكرموسومى (2n=90)، ومن المحتمل ان طرزها الأولى كانت رباعية وثنائية. انتشرت زراعتها فى منطقة الباسفيك قبل اكتشاف أمريكا ثم امتدت زراعتها بعد ذلك فى كل من جنوب شرق آسيا وإفريقيا وأصبحت الآن تزرع فى جميع أنحاء المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية، بل وتمثل مصدر الغذاء الرئيسى فى بعض المناطق. يوجد آلاف من الأصناف التى تتميز بأنسجة مخزنة ذات لون أبيض، أو أصفر فاتح أو برتقالى داكن، تحاط من الخارج بطبقة غلافية ذات لون بنى أو أحمر إلى بنفسجى داكن، تمتاز جذورها المتدرنة بأنها قصيرة أو مستطيلة (١ متر طولا) أو مستديرة تقريبا. تتباين الأصناف من حيث طول فترة النمو الخضرى فالبعض قصير (٢-٣ أشهر)، وبعضها متوسط (٤-٦ أشهر)، والبعض الآخر طويل (٩ أشهر فأكثر). كما تختلف الأصناف أيضا فيما بينها من حيث شكل الأوراق، بعضها قلبى الشكل ذو حافة كاملة، والبعض الآخر مفصص ذو قمة مسحوبة، بل إن شكل الورقة يختلف على نفس النبات فى كثير من الأصناف.

تعتبر الصين أكثر الدول إنتاجا للبطاطا حيث يبلغ إنتاجها السنوى ١٠٣ مليون طن يليها باقى الدول المنتجة والتى تقع شرق وجنوب شرق آسيا (كمبوديا، كوريا، تايلاند، اليابان، إندونيسيا ثم الهند). يبلغ إنتاج إفريقيا من البطاطا ٥,٧ مليون طن، وأمريكا ٤,٤ مليون طن، تمثل البرازيل المنتج الرئيسى فى أمريكا الجنوبية حيث تنتج بمفردها ٢,٢ مليون طن.

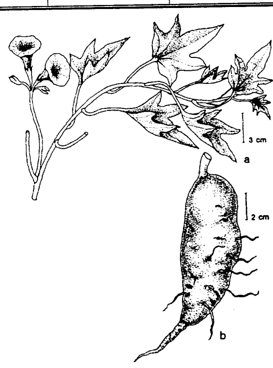
تمثل الأجزاء المتدرنة جذورا عرضية مخزنة (شكل ٩)، يتكشف عليها بعد إتمام عملية التخزين براعم عرضية خضرية. تحتوى جميع أجزاء النبات

على أنابيب حليب نباتى (بما فيها أنسجة الجذر المتدرن نفسها)، يمتاز الحليب النباتى بطعمه المقبول والمستساغ.

تنتمى البطاطا إلى مجموعة النباتات ذات الأعضاء الأرضية المخزنة والتى تمتاز بقيمة غذائية عالية نسبيا (جدول ٢).

جدول رقم (٢) يوضح محتوى العناصر الغذائية الرئيسية لكل ١٠٠ جرام مادة جافة فى عدد من نباتات النشا

النبات	بروتين خام g	نشا وسكر g	دهن خام g
الأرز	٨,١	٩١	٠,٦
الذرة	١١,٣	٨٠	٥,١
القمح	١٣,٨	٨٠	٢,٣
البطاطس	٩	٨٥	٠,٤
اليام	٧,٢	٨٦	٠,٧
الكسافا	٢,٦	٩٢	٠,٥
القلقاس	٦,١	٨٩	٠,٧



(شكل ٩): نبات البطاطا

a مجموع خضرى وأزهار b جذر درنى

تحتوى أنسجة الجزء المتدرن صفراء اللون على كثير من فيتـامين A. يمكن للجذور المتدرنة البقاء صالحة لعدة أسابيع وقد تستمر أطول من ذلك (عدة أشهر) إذا عوملت معاملة خاصة.

تنمو البطاطا جيدا وتنضج عند توفر درجة حرارة يومية متوسطها ١٨°م فأكثر، أما عند درجات حرارة أقل (١٠-١٢°م) فإن النمو الخضرى يتوقف كلية فى حين يؤدى الصقيع الخفيف إلى جفاف وموت الأجزاء النباتية الناميـة فـوق سطح التربة. تعتبر الاحتياجات الحرارية للبطاطا أقل من نظيرتها فى كثير من النباتات ذات الأعضاء الأرضية المخزنة الأخرى. يمكن زراعتها فى المنـاطق الإستوائية على ارتفاعات تصل إلى ٢٥٠٠ متر، وهو أكثر مما هو عليه الحال فى زراعة الكسافا. يؤدى الاختلاف الواضح بين درجات حرارة الليل والنهـار إلى تشجيع تكوين الجذور المتدرنة. تتحمل نباتات البطاطا فترات جفاف طويلة، إلا أن الحصول على محصول وافر ذى مواصفات جيدة يتطلب العناية المنتظمة بتوفير الاحتياجات المائية أثناء فترة النمو الخضرى الرئيسية. أثناء فترة النضج، يعتبر الجفاف أمرا مرغوبا فيها حيث يؤدى ذلك إلى إتاحة الفرصـة للحـصول على درنات متماسكة، ذات قدرة جيدة على الحفظ.

تحتوى الجذور المخزنة الناضجة فى الظروف المناخية للمناطق تحـت الإستوائية غالبا على نشا أكثر وسكر أقل من نظيرتها فى المناطق الاسـتوائية الرطبة (جدول ٣). يمكن فقط تحقيق محصول وافر فى المناطق التـى تتميـز بشمس ساطعة فترة طويلة. تحتاج البطاطا كما هو الحال فى الكسافا إلـى أرض جيدة التهوية، تمت خدمتها جيدا. لا تتحمل البطاطا الأراضى شديدة الحامـضية (pH أقل من ٥) أو الأراضى الملحية.

الإكثار الخضرى Vegetative reproduction

تتكاثر البطاطا خضريا فقط وذلك باستعمال عقل ساقية يصل طول كـل منها حوالى ٣٠سم، تهذب من كل من طرفيها، على أن تستبعد أوراقهـا قبـل

الزراعة. فى الأراضى الرطبة الدافئة يبدأ تكوين الجذور العرضية خلال فترة تتراوح بين ٢-٣ أيام. فى بعض المناطق تحت الإستوائية مثل الولايات المتحدة الأمريكية تستعمل الجذور المتدرنة فى الإكثار الخضرى نظرا لما تحتويه من براعم خضرية عرضية تمثل البدايات الأولى لمجموع خضرى جديد. جدير بالذكر أن هذه الجذور المتدرنة سبق أن تم حفظها وتخزينها فى وسط نمو (Peat moss) دافئ خلال فترة الشتاء. تزرع العقل على أبعاد ٩٠ × ٩٠سم، ٣٠ سم بين الصفوف.

الإستعمال والأهمية الاقتصادية

فى حالة الاستعمال الطازج تعبأ الجذور المتدرنة فى عبوات خاصة وتحفظ هكذا لمدة ثلاثة أسابيع تقريبا دون أى معاملة خاصة. أما فى حالة التخزين لفترات طويلة يستلزم الأمر حفظ الجذور المتدرنة فى البداية على درجة حرارة عالية نسبيا (٣٠-٣٥°م) ورطوبة نسبية تتراوح بين ٨٥-٩٠% وذلك لمدة ١٢-١٤ يوم (Curing)، وذلك بهدف تشجيع تكوين طبقة البريدرم الخارجية الواقية، بعد ذلك تحفظ على درجة حرارة حوالى ١٣°م لعدة أشهر. تتبع هذه الطريقة أساسا للحصول على أجزاء نباتية تستعمل فى الإكثار الخضرى فى المناطق تحت الإستوائية. يستهلك الجزء الأكبر من المحصول طازجا، فى حين يستفاد من الأصناف المناسبة فى صورة مجففة.

فى اليابان، يزرع حوالى ٤٥% من المحصول لاستخلاص النشا. فى حالة أصناف الطهى الجيدة والتى تتميز بفترة نمو خضرى تصل إلى حوالى خمسة أشهر تقريبا يصل المحصول إلى حوالى ٢٠ طن جذور متدرنة للهكتار. أما فى حالة أصناف العلف غزيرة الإنتاج ومع توفر الظروف المناسبة يمكن تحقيق محصول يتراوح بين ٤٠-٥٠ طن للهكتار. يبلغ متوسط الإنتاج العالمى حوالى ٨,٤ طن للهكتار. يمكن الاستفادة من جميع أجزاء النبات، فالأوراق تستخدم فى كثير من الدول كخضر غنية بالبروتين. كما يستفاد من الأوراق

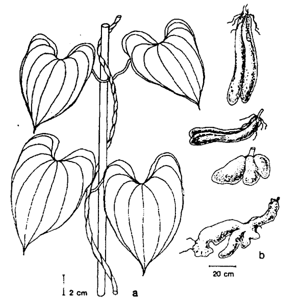
والبقايا المتخلفة من العقل الساقية عند تجهيزها للزراعة فضلا عن الجذور المتدرنة الغير صالحة للتسويق (إما صغيرة أو كبيرة جدا أو تكون مجروحة) كمواد خام تصلح كعلائق للحيوانات خاصة الخنازير.

جدول (٢) محتوى الجذور المتدرنة للبطاطا من النشا والسكر فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية

المنطقة	g/100 g F. wt.		g/00 g D. wt.	
	سكر	نشا	سكر	نشا
تحت الإستوائية	2-4	18-30	6-10	60-80
الإستوائية	6-10	14-20	20-34	45-65

اليام Yam

يضم جنس *Dioscorea* التابع للعائلة *Dioscoreaceae* من ذوات الفلقة الواحدة مئات من الأنواع التى تنتشر فى جميع المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية، ونادرا ما تزهر أو تنتج بذورا. يعتبر اليام ومعه الكسافا، الغذاء النشوى الأساسى لملايين البشر من سكان المناطق الحارة وأمريكا الجنوبية وجزر المحيط الهادى وأجزاء من أفريقيا وآسيا الإستوائية وأخرى غيرها. نباتات اليام تكون جميعها، تقريبا، متسلقة ذات سيقان رفيعة جدا فى الغالب، ودرنات أرضية مخزنة (شكل ١٠). يتميز النوع *Dioscorea bulbifera* بقدرته على تكوين أعضاء درنية مخزنة فى آباط الأوراق. كما تتميز درنات بعض الأنواع البرية بطعم مقبول الأمر الذى يجعلها ملائمة للتغذية البشرية دون ان تتعرض لأى معاملة خاصة. ولقد استخدمت منذ زمن بعيد لهذا الغرض مما سهل إستزراعها فى أماكن كثيرة من آسيا وإفريقيا وأمريكا للإستفادة منها كغذاء بشرى. كما أمكن الإستفادة أيضا من الأنواع ذات الطعم القابض عن طريق طهيها وذلك للتخلص من المادة السامة التى تتبع مجموعة القلويدات وتسمى صابونين Dioscorine حيث توجد منها مقادير متفاوتة فى درنات الأنواع المختلفة ويمكن التخلص منها عن طريق الطهو والغلى.



شكل (١٠): نبات اليام

a جزء من المجموع الخضرى b أشكال مختلفة من الدرنات

يوجد حوالى ٤٠ نوع من الأنواع المنزرعة يتسم ١٣ من بينها بأهمية عالمية حيث تستعمل كنباتات منتجة للغذاء، أما بقية الأنواع فهى ذات أهمية محلية فقط. فى حين تؤكل الأعضاء المخزنة لبعض الأنواع الأخرى فى فترات ندرة مصادر الغذاء الأخرى. جدير بالذكر، أن التسمية الإنجليزية *yam* قد اشتقت من كلمة *niam* المتداولة فى غرب إفريقيا.

لا يزال اليام حتى اليوم يمثل فى بعض دول غرب إفريقيا الإستوائية، وسيلة الغذاء الرئيسية، حيث تنتج دول غرب إفريقيا حوالى ٩٥% من الإنتاج العالمى لليام ويعتبر النوع *D. rotundadata* النوع الرئيسى الذى يزرع فى نيجيريا حيث يبلغ إنتاجها منه ٢٠ مليون طن سنويا. علاوة على ذلك، يعتبر اليام وسيلة هامة للغذاء فى بعض مناطق جنوب شرق آسيا.

تحتاج زراعة اليام إلى كثير من الأيدى العاملة إذا ما قورنت فى ذلك بالنباتات ذات الأعضاء المخزنة الأخرى. فالنباتات لا تزال تتكاثر خضريا

بواسطة العقل الساقية أو بالدرنات. أهم الأنواع المستخدمة فى الزراعة هو اليام الأبيض *Dioscorea alata L.* الذى ترجع نشأته إلى الجنوب الشرقى من قارة آسيا ثم انتشر منها بسرعة إلى مناطق آسيا وإفريقيا الإستوائية وكـذلك جـزر الهادى وأمريكا الجنوبية. يوجد من هذا النوع أصناف عديدة، تتنوع فى صـفات أعضائها المخزنة ومدى تعمقها فى التربة. تحمل الأعضاء المتدرنة إما فـرادى أو فى تجمعات مستقيمة أو متفرعة (شكل ١٠).

يتم إكثار نبات اليام خضريا بواسطة درنات صغيرة أو أجزاء من أخرى كبيرة، تنمو وتتطور مكونة مجموعا خضريا متسلقا. الجذور ضـعيفة النمـو، الأولى منها سميكة وغير متفرعة وتنمو من طرف الدرنة التى ينمو منها أيـضا سيقان النبات، وهى تتعمق فى التربة لمسافات كبيرة، اما الجذور التى تليها فـى التكوين فإنها تكون رفيعة متفرعة ليفية. سيقان اليام الآسيوى حوليـة متـسلقة خضراء أو قرمزية اللون رفيعة ورهيفة جدا، تبدو مضلعة فى القطاع العرضى ومزودة بأربع نموات فى صورة أجنحة. الدرنات حولية، تتكمش وتضمحل فـى نهاية الموسم ويتكون غيرها فى الموسم الجديد إذا ترك النبات فى التربة. تختلف الأشكال المتدرنة من حيث الشكل والحجم واللون، وغالبا ما تكون مفردة وكبيرة جدا. يصل وزن بعضها إلى ٦٠ كجم إلا أن معظمها يتراوح وزنه بـين ٥–١٠ كجم وهى اسطوانية غالبا، مستطيلة أو كروية أحيانـا. قـد تتفـرع أو تكـون مفصصة فى بعض الأصناف يتراوح اللون الداخلى للدرنة بين الأبيض والأحمر القرمزى. الأوراق متقابلة، راحية التعريق، تختلف فى شكلها وحجمهـا حـسب الصنف، الورقة عريضة بيضاوية الشكل قد يصل طولهـا إلـى حـوالى ٤–٨ بوصة. تنمو معظم أنواع اليام فى المناطق الاسـتوائية الدافئـة الرطبـة إلا أن الأنواع *D. abyssinica*، *D. alata*، *D. esculenta* تزرع أيضا فى مناطق تتميز بأوقات جفاف تمتد لعدة أشهر حيث يمر النبات خلال فترة نمو الخـضرى بطور راحة خلال أشهر الجفاف. أما النوعـان *D. japonica, D. opposite*

فإنهما يصلحان للنمو فى المناطق تحت الإستوائية دائمة الرطوبة، توجد بعـــض الأنواع التى تتميز بقدرة عالية على التخزين لعدة أشهر وذلك فى حالة الرعايـــة وتوفر ظروف تهوية جيدة أثناء التخزين مثل *D. bulbifera, D. alata* حيث تلعب هذه الأنواع دورا هاما على المستوى المحلى والإقليمى.

وفيما يلى أهم أنواع اليام:

الإسم العلمى	المنشأ	الانتشار	ملاحظات
D. abyssinica Hochst.	إثيوبيا	إثيوبيا وشرق إفريقيا	مصدر غذائى هام لكنه لا يمثل وسيلة رئيسية للتغذية
D. alata L.	جنوب شرق آسيا	الهند وإفريقيا وجزر الهند الغربية	يمثل النوع *D. rotundata* أهم الأنـواع. الدرنات غالبا كبيرة جدا، متعـددة الأشكال. تتراوح فترة النمو بين ٨ـ ١٠ أشهر.
D. bulbifera L.	آسيا الإستوائية وأفريقيا	جنوب وجنوب شرق آسيا شمال استراليا – إفريقيا	غالبا ما تؤكل فقط درناتـه الهوائيـة كما أن بعض الطرز الإفريقيـة يجب إزالـة سميتها وتمتاز الدرنات بالقدرة العالية على التخزين.
D. cayenesis Lam.	غرب إفريقيا	غرب إفريقيا وجزر الهند الغربية وأمريكا الجنوبية	قدرة الدرنات على التخزين سيئة نظرا لقصر فترة الكمون. فترة النمو ١٠ أشهر
D. dumetrorum (Kunth Pax)	إفريقيا	إفريقيا بين خطى عرض ١٥ شمالاً و١٥ جنوبا	توجد طرز منزرعة سامة واخـرى غـير سامة منتشرة على نطاق واسع، تتراوح فترة النمـو بين ٨ـ١٠ أشهر.
D. esculenta (Lour.) Burk.	الصين والباسفيكى	الهند – غرب إفريقيا	يعرف فقط كنبات منزرع – لاتوجد طرز ذات طعم قابض – الدرنات ذات طعم مقبول يشبه البطاطا – قدرتها التخزينية منخفضة تتراوح فترة النمو بين ٧ـ١٠ أشهر
D. hispida Dennst.	الهند وجنوب شرق آسيا	الهند وجنوب شرق آسيا	جمعت غالبا فى صورة بريـة وتـزرع أحيانـا. جميع الطرز سامة. تمثل وسيلة تغذيـة فـى أوقات الأزمات.
D. japonica Thunb.	اليابان	الصين واليابان	تمثل أحد النباتات الغذائية الهامة فى اليابان وتعتبر فى الصين نباتا طبيا.
D. nummularia Lam.	جنوب شرق آسيا	إندونيسيا	تـزرع فـى منطقـة واسعـة. الـدرنات كـبيرة تتكشف على أعماق كبيرة. تحصد غالبا بعـد مرور ٢ـ٣ سنوات من الزراعة.
D. opposita Thunb.	الصين	شرق آسيا	مقاومة جدا للبرودة. تزرع فى منطقة واسـعة مدة النمو ٦ أشهر.
D. pentaplylla L.	جنوب شرق آسيا	إندونيـــسيا ومنطقـــة الباسيفيكى	الدرنات تكاد تكون سامة. تـزرع فـى منطقـة واسعة.
D. rotundata Poir.	غرب أفريقيا	غرب إفريقيا وجزر الهند الغربية	تمثل نوعا هاما فى غرب إفريقيا يضم عديدا من الأصناف. يعرف فقط فى حالـة منزرعـة. الدرنات كبيرة الحجم ذات طعم جيد وقـدرة عالية على التخزين. تتراوح فترة النمو بين ٦ـ ١٠ أشهر.
D. trifida L.	شمال أمريكا الجنوبية	أمريكـا الوسـطى – جـزر الهند الغربية سرى لانكا	يعتبر النـوع الوحيـد فـى أمريكـا الجنوبيـة والوسطى الذى يتميز بأهمية كبيرة حيث يزرع بكثرة. تتميز الدرنات [الوان مختلفة وطعم متباين تبعا للصنف. تتراوح فترة النمو بين ٩ – ١٠ أشهر.

نبات اليام الآسيوى ثنائى المسكن ذو أزهار وحيدة الجنس. نسبة النباتات المذكرة تكون أعلى من المؤنثة عادة. تحمل بعض السلالات أزهارا خنثى. توجد الأزهار فى نورات طرفية وهى غالبا صغيرة تتلقح بالحشرات. الثمـرة علبـة وأحيانا عنبة، مجنحة، والبذور صغيرة مجنحة إلا أن معظم الأصناف عقيمـة. يستخدم اليام كخضر إلا أنه يجب طهيه ولا يؤكل طازجا حتى لا يترك أثرا غير مرغوب فيه فى الفم أو الحلق. يزرع الجزء الرئيسى من اليام بغرض الاستهلاك الطازج، فضلا عن الاستفادة منه فى تجهيز بعض المنتجـات مثـل الـشرائح المجففة والمعروفة باسم gari وكذلك الدقيق والنشا والتى تمثل بعض المنتجـات الاقتصادية الهامة.

هذا، بالإضافة إلى أنه توجد انواع أخرى من اليام تتميز بكميات كبيـرة من صابونين يسمى Dioscine أصبحت محل اهتمام فـى الـسنوات الأخيـرة وتمثل أهمية كبرى فى مجال الصناعات الدوائية والمستحضرات الطبية خاصـة بعض الهرمونات الإستيرودية.

تنضج الدرنات بعد حوالى ثمانية أشهر من الزراعة وقـد تـصل إلـى عشرة، وهى عريضة غير منتظمة الشكل، قد يصل طولها فى بعض الأصـناف حوالى ستة أقدام. ويصل المحصول إلى حوالى ٢٠-٤٠ طن للهكتار وقد يزيـد عن ذلك حتى ٦٠ طن للهكتار، غير أن متوسط الإنتاج العالمى لم يتجاوز عشرة طن للهكتار.

البطاطس Potato

البطاطس *Solanum tuberosum* L. أحد أنـواع جـنس *Solanum* التابعة للعائلة الباذنجانية *Solanaceae*، يتميز دون غيره مـن الأنـواع التـى يضمها هذا الجنس بأهمية إقتصادية عالمية، يوجد منزرعا أو بحالة بريـة فـى عديد من مناطق أمريكا الجنوبية.

تلقى زراعة البطاطس فى وقتنا الحاضر دعما وتشجيعا من حكومات كثير من الدول النامية نظرا لقيمتها وأهميتها الغذائية والفسيولوجية الكبيرة فضلا عن مواءمتها البيئية (قصر فترة النمو الخضرى) وكفاءتها العالية على تحمل ظروف التخزين والنقل. ولقد كانت عملية تطوير طرق إكثار وزراعة البطاطس فى مناطق إنتاجها عاملا هاما لاقتصاديات هذه الزراعة.

تعتبر الهند أكبر منتج للبطاطس فى المناطق الاستوائية (٤,٨ مليون طن) تليها البرازيل وبيرو ولكل منهما ١,٧ مليون طن ثم كولومبيا (١,١) واستراليا (٠,٨) وبوليفيا (٠,٧) مليون طن.

ومن الوجهة الاقتصادية يكون من الأهمية بمكان لكثير من الدول، الإنتاج المبكر للبطاطس وتصديرها إلى الدول الصناعية، فدول حوض البحر المتوسط الأوروبية ومنطقة البلقان تصدر سنويا حوالى مليون طن، وتعتبر إيطاليا وقبرص أكبر مصدر للبطاطس المبكرة.

تتروواح درجة الحرارة المثلى لتكوين الدرنات بين ١٦-١٨°م، أما القصوى فهى حوالى ٣٠°م. لا يتأثر تكوين الدرنات كثيرا بدرجات الحرارة تحت ظروف النهار القصير، إلا أن فترة النمو الخضرى تصبح قصيرة وتبقى السيقان المدادة قصيرة أيضا.

ونظرا لسرعة تكوين الدرنات، تزرع البطاطس على أبعاد متقاربة فى دول المناطق الدافئة، أى أكثر كثافة عما هى عليه فى المنطقة المعتدلة (٥٠×٢٠سم). فى هذه الحالة الحالة، تغطى التربة سريعا بالنموات الخضرية للنبات، الأمر الذى يؤدى إلى الاستفادة بمياه الرى على نحو أفضل. يتم إكثار البطاطس خضريا بإستعمال درنات صغيرة أو أجزاء منها وعندما يتطلب الأمر زراعة البطاطس مباشرة بعد الحصاد، عندئذ يتحتم كسر طور الراحة بإستعمال بعض الكيماويات.

تعتبر الإنتاجية منخفضة جدا فى المناطق الإستوائية، إذا نادرا ما تتجاوز ٢٠ طن للهكتار، بل إن الإنتاج لا يتجاوز ١٠ طن للهكتار فى معظم الدول النامية.

تصنف البطاطس المنتجة فى دول المناطق الدافئة سريعا وتجهز للتسويق. يستفاد من البطاطس بصفة رئيسية كخضر عالية القيمة، كما تستخدم أيضا لاستخلاص النشا والكحول فى المناطق الإستوائية فضلا عن الاستفادة منها فى مجال علائق الحيوانات.

نخيل الساجو Sago Palm

يحصل على التجمعات التجارية من النشا والتى تعرف بإسم ساجو Sago من عدة أنواع نباتية إستوائية أكثرها أهمية هو نخيل الساجو *Metroxylon sagu* Rottb. يوجد هذا النوع منتشرا فى ماليزيا وإندونيسيا وحوض الباسفيك، حيث يعتبر نشا ساجو فى بعض هذه المناطق الغذاء الرئيسى لسكانها جنبا إلى جنب مع الأرز. يوجد أيضا النوع *Metroxylon rumphii* Mart. بالإضافة إلى ستة أنواع أخرى، تقتصر فى وجودها على مجاميع جزر الباسفيكى.

نخيل ساجو استوطن منطقة الملايو حيث تنمو أشجاره فى مستنقعات الماء العذب. سيقان النبات تكون قصيرة قبل ظهور النورات، وتصبح بعدها قائمة، سميكة، يصل إرتفاعها عند نضجها إلى حوالى ٣٠-٤٠ قدم. ينمو من جذور النبات سرطانات Suckers يستفاد منها فى الإكثار الخضرى للنبات. تنتهى قمة الساق بتاج من أوراق مركبة ريشية كبيرة، ذات عرق وسطى سميك يحمل صفين من وريقات عديدة قد يصل طولها إلى حوالى خمسة أقدام.

تعيش شجرة نخيل ساجو حوالى ١٥ عاما، تزهر مرة واحدة ثم تنتهى حياتها. عند بداية التزهير، تنكشف نورة إغريضية Spadix كبيرة، وسط الأوراق، تتركب من عدة أفرع رئيسية، كل منها يحاط بقينوى Spathe. تحاط الزهرة بعدد من الأشواك والحراشيف، وتوجد الأزهار فى أزواج، زهرة مذكرة

وأخرى خنثى رغم أن أسديتها عقيمة Staminodes. الزهرة المذكرة ذات كأس أنبوبى من ثلاثة فصوص، يليه ثلاث بتلات تكون أكثر طولا من السبلات، ثـم طلع يتركب من ست أسدية. تماثل الزهرة المؤنثة فى تركيبها الزهرة المذكرة إلا أن المبيض يكون بيضاويا، ذا مسكن واحد يحتوى على ثلاث بويضات منعكسة ذات وضع مشيمى قاعدى. تتفتح الأزهار المذكرة قبل المؤنثة التى لا تنضج إلا بعد سقوط المذكرة. الثمرة ذات بذرة واحدة.

للحصول على النشا، تقطع الساق قبل بداية التزهير حيث تكون ممتلئـة بالنشا لتغذية النورة سريعة النمو. تقطع الساق إلى أجزاء طول كل منهـا ٣-٤ قدم، ثم تشق طوليا. يستبعد الجزء الخارجى الصلب من الساق ثم يطحن النخاع وبالتالى يمكن فصل النشا عن الألياف من خلال تكرار غسيل أنـسجة الـساق. يغسل النشا جيدا ويضغط خلال ثقوب معينة ثم يجفف إما هوائيا أو خلال أفران خاصة. يبلغ محصول النشا حوالى ١٥ – ٢٥ طن للهكتار فى العـام، بمعـدل ٢٥٠-٣٠٠ كيلوجرام نشا لكل شجرة. فى بعض الجزر، يعتبر الساجو منتجا ذا أهمية إقتصادية للتصدير. ومن الوجهة الغذائية يعتبر الساجو مصدر طاقة نقـى ويبلغ محتواه من البروتين ٠,٦% فقط.

ثانيا: النباتات المنتجة للسكر

Sugar Plants

يعتبر السكر مصدر طاقة ووسيلة تحلية للمشروبات وأغذيـة المعلبـات وتحسين الطعم لكثير من الأغذية، كما يدخل فى صناعة حفظ الأغذية وبعـض المنتجات الثانوية الأخرى. ونظرا لخواصه المميزة، فقد تزايد عليـه الطلـب، الأمر الذى أدى إلى إرتفاع أسعاره فى كثير من الدول. تتمشى قيمته الغذائية مع نظيرتها فى النشا ويلعب دورا مميزا فى مجال الإستهلاك، حيـث يغطـى فـى بعض الدول أكثر من ١٠% من احتياجات شعوبها من الطاقة. يمثـل الإنتـاج العالمى للسكر حوالى ٧% من إجمالى الطاقة الناتجة من محاصيل الغلال.

يعتبر نباتى قصب السكر Sugar Cane وبنجر السـكر Sugar beet أهم مصادر السكر، إلى جانب بعض النباتات الأخرى فى المنـاطق الإسـتوائية والتى يمكن أن يستخلص منها عصير سكرى، ويصلح فى حالات قليلـة فقـط لاستخلاص سكر متبلور.

يحصل على السكر المتبلور بإستعمال الطرد المركزى حيث تـستخلص بلورات السكروز من المحلول الرئيسى (المولاس) عن طريق الطرد المركزى. يحصل أيضا على سكر متبلور دون اللجوء إلى عملية الطرد المركـزى وذلـك بتركيز المحلول السكرى من خلال عملية طهى أو غلى حتى يتماسك ويـصير غليظ القوام فى صورة منتج سكرى يطلق عليه مسميات مختلفة مثل Jaggery, gur كما فى الهند أو muscovado كما فى بيرو إلى جانب العديد من المسميات الأخرى. يستخلص السكر بدون طرد مركزى، بصفة أساسية من نبات قـصب السكر فى كل من آسيا وأمريكا اللاتينية، غير أن جزءا محدودا منه يـستخلص من عصير البلح.

تزايد إنتاج سكر القصب بنسبة ٤٣% فى حين ارتفع نظيره من البنجـر بمقدار ٤٢%. يرجع الإنتاج المتزايد فى سكر البنجر بصفة أساسية إلى التوسع

فى زراعته بشكل ملحوظ فى الدول النامية من المنطقة تحت الإستوائية، مــثلا، شيلى واليونان وإيران والمغرب وتركيا وكثير من الدول الأخرى ظلــت حتـــى الحرب العالمية الثانية تستورد جميع احتياجاتها تقريبا مـــن الـــسكر، إلا أنهـــا أصبحت اليوم تحقق الاكتفاء الذاتى منه، بل وتصدر أيضا.

تزايد إنتاج سكر البنجر فى المناطق تحت الإستوائية ثلاث مرات تقريبا منذ عام ١٩٤٥ نظرا لتضافر الجهود الذاتية مع المساعدات الحكوميـــة. يمثـــل بنجر السكر مصدرا لحوالى ٤٢% من كميـــة الـــسكر المستخلـــصة بـــالطرد المركزى، ينتج منها حوالى خمس هذه الكمية فى المناطق تحت الإستوائية.

يتمثل دور الزراعة بالنسبة لإنتاج السكر فى توفير المادة النباتية الغنيـــة بالمحلول السكرى الذى يحتوى على المنتج النهائى وهو السكر، حيـــث يوجـــد بتركيز يتراوح بين ١٠-٢٠%. وللحصول على هذا المنتج الاقتـــصادى يلـــزم توفر عملية تصنيع متكاملة. جدير بالذكر، أن حوالى ٧-٨% من السكر الموجود فى المادة النباتية الطازجة لا يمكن الحصول عليه فى صورة متبلورة بل يتبقـــى فى المولاس بعد الإستخلاص. يتميز المولاس بمحتوى من السكريات يصل إلى ٥٠%، تتكون بصفة أساسية من سكروز وسكريات أحاديـــة، وبالتـــالى يعتبـــر المولاس من الوجهة الاقتصادية أهم منتج ثانوى لعملية استخلاص السكر حيـــث يمثل مادة خام لكثير من المنتجات الهامة مثل تحضير كحول الإيثيـــل وتجهيـــز علائق للحيوانات فى صورة سيلاج فضلا عن الكثيـــر مـــن مـــواد الأعـــلاف الأخرى. علاوة على ما تقدم، يمثل المولاس صورة من صور التغذية البـــشرية حيث يستعمل فى مصر تحت مسمى العسل الأسود.

فى حالة قصب السكر تتخلف بقايا السيقان بعد استخلاص العصير السكرى، حيث تمثل هذه البقايا حوالى ٢٠-٣٠% من الوزن الطازج للنباتات وهـــو مـــا يطلق عليه باكس Bagass، تتراوح نسبة محتواه من الرطوبة بـــين٤٩-٥٥%

ويستخدم كمادة وقود فضلا عن الاستفادة به أيضا فى صناعة الورق والحرير الصناعى، وقد يستخدم فى حالات محدودة كمادة علف أو محسن للتربة.

بالنسبة لبنجر السكر، يستفاد من جميع المنتجات الثانوية لعملية استخلاص السكر (الأوراق وقطع الجذور المتدرنة) كعلف للحيوانات، يستفاد من مخلفات عملية ترشيح وتنقية العصير السكرى كسماد، بل وقد يستخلص من هذه المخلفات بعض الشموع النباتية فى بعض مناطق زراعة قصب السكر.

ومن صور الاستفادة من السكريات، عصير النشا والدكستروز والعسل بالإضافة إلى العناصر السكرية الكيماوية. يحتوى العسل على ١٧ – ٢١,٥% سكر. تستخدم المواد السكرية بكثرة فى صناعة المشروبات الغازية بالإضافة إلى تجهيز بعض المشروبات التى تتناسب مع بعض الحالات المرضية (diet)، حيث يتلاءم هذا المشروب مع حالة الأفراد زائدى الوزن أو مرضى السكر.

قصب السكر Sugar Cane

جميع الأصناف المنزرعة حاليا ذات الأهمية الاقتصادية من قصب السكر *Saccharum officinarum* L. التابع للعائلة النجيلية *Poaceae*، عبارة عن هجين بين السكر النبيل Noble Cane وثلاثة أنواع اخرى تابعة للجنس *Saccharum*. يتميز القصب النبيل بأهم الصفات النوعية مثل ارتفاع محتواه من السكر، وجودة نقاء العصير السكرى، وانخفاض محتوى الألياف. ترجع ملاءمة قصب السكر الواسعة للظروف البيئية إلى النوع الصينى الهندى القديم *Saccharum sinense* Roxb. فى حين اكتسب صفة مقاومة الأمراض من كل من النوعين الناميين بريا *Saccharum robustum* Brandes, *Saccharum spontaneum* L. يعتبر قصب السكر واحدا من أهم النباتات ذات الأهمية الاقتصادية فى العالم. يبلغ الإنتاج العالمى منه حوالى ٤٢ مليون طن سكر، تستخلص من حوالى ٦٠٠ مليون طن قصب. تعتبر الهند أكبر منتج لقصب

السكر فى العالم حيث يبلغ إنتاجها السنوى ١١٤ مليون طن قصب يليها البرازيل (٩٥) وكوبا (٤٥) والصين (٣٩) والمكسيك (٣٦) والولايات المتحدة الأمريكية (٢٦) واستراليا (٢٠) وباكستان (٢٠) والفلبين (١٨)، وكولومبيا (١٨)، جنوب إفريقيا (١٧)، والأرجنتين (١٣) وإندونيسيا (١٢) مليون طن قصب (إحصائيات عام ١٩٧٦).

تصدر الدول المنتجة حوالى ٢٦% من إنتاجها وتأتى كوبا فـى مقدمـة المصدرين (٥,٢٥ مليون طن) تليها استراليا (١,٥٥) والفلبين (١,٠١) والبرازيل (١,٠٠) وجنوب إفريقيا (٠,٧٢) والمكسيك (٠,٥٦) ثم بيرو (٠,٤١).

الاحتياجات البيئية:

ينتمى قصب السكر إلى مجموعة النباتات ذات القـدرة العاليـة علـى الإنتاجية تحت الظروف المناخية الملائمة، ليس فقط لما ينتجـه مـن مجمـوع خضرى بل أيضا لمنتجاته الأخرى ذات الأهمية الإقتصادية. تتـراوح درجـة الحرارة المثلى للنمو فى المتوسط بين ٢٥ – ٢٦°م. تنمو الأصناف الإسـتوائية ببطء واضح عند حرارة ٢١°م إلا أنها لا تنمو أو تتوقف عن النمو على درجـة حرارة ١٣°م. تسبب درجات الحرارة الدنيا (أقل من ٥°م) إضفرارا للنباتات.

أما الأصناف تحت الإستوائية فهى مقاومة للبرودة، إلا أن متوسط درجة الحرارة المثلى للنمو يماثل نظيره فى الأصناف الإستوائية. تؤدى ظروف النهار القصير إلى الإزهار غير المرغوب فيه، إلا أنه توجد بعض الأصناف التى تكاد لا تصل إلى مرحلة الإزهار تحت نفس الظروف. الاحتياجات المائيـة لنبـات قصب السكر عالية، حيث يحتاج فى معظم مناطق زراعته إلى حوالى ١٥٠٠– ١٨٠٠ مم مطر، اما فى المناطق الجافة والحارة والتى يزرع فيها تحت ظروف الرى فإن احتياجاته المائية السنوية تصل إلى ٢٥٠٠ مم وأكثر.

يزرع قصب السكر فى أراضى تتباين إلى حد كبير فى قوامها وتركيبها الكيماوى، وبصفة عامة، تفضل الأراضى الثقيلة الغنية بالعناصر المغذيـــة ذات السعة الحقلية العالية.

إكثار النباتات:

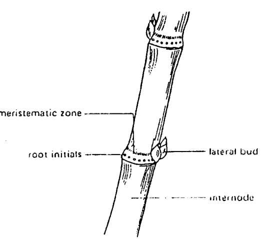
يتم إكثار قصب السكر خضريا بالعقل الساقية، كل منها يحتـــوى علـــى عقدتين عادة. تفضل العقل التى تؤخذ من نباتات عمرها يتراوح بين ٨-٩ أشهر. فى بعض الحالات وتحت ظروف خاصة يمكن إكثار النباتات بالبـــذور (Seed nurseries). وعموما، تكفى كمية عقل ساقية مقدارها ١-١,٥ طـــن لزراعـــة مساحة هكتار واحد. تعامل العقل الساقية قبـــل زراعتهـــا بالمبيـــدات الفطريـــة والحشرية، وكثيرا ما تعامل أيضا بالماء الساخن لمدة ١,٥ ساعة علـــى درجـــة ٥٢°م لمقاومة الفيروسات والحشرات.

تزرع العقل على أبعاد تتراوح بين ١,٢٠-١,٥٠ متـــر بـــين الـــصف والآخر حيث توضع فى أخاديد وراء بعضها البعض إما يدويا أو ميكانيكيا ثـــم تغطى بكمية تربة مقدارها ٣-٥سم. تتكشف الجذور العرضية سريعا ثم تتطـــور البراعم الخضرية وتنشط مكونة نموات خضرية، وبالتـــالى يتكـــون المجمـــوع الجذرى الدائم فى غضون عدة أسابيع. فى المناطق تحت الإســـتوائية البـــاردة، تنتهى مرحلة النمو الخضرى بحلول فترة الموسم الباردة، حيث يـــزرع قـــصب السكر مجددا سنويا. فى المناطق الإستوائية وكذلك تحت الإستوائية الدافئة تنشط البراعم وتتكشف إلى أفرع ونموات خضرية جديدة بعد الحصاد مباشرة حيـــث يمكن تحت الظروف الملائمة حصاد قصب السكر المنزرع فى نفس الحقل ثمانى مرات. ومن المحتمل أن تكون الإنتاجية فى حالة الحصاد المتكرر أعلـــى مـــن نظيرتها فى حالة الزراعة المتجددة (Plant Crop) رغم قـــصر فتـــرة النمـــو الخضرى فى الحالة الأولى (ratoon crops) ومن جهـــة أخـــرى، لا تـــسمح ظروف الإصابة بالأمراض والأضرار التى تلحق بالمحصول فضلا عن الحفـــر

الناتجة عن الحصاد الميكانيكى، إلا بالاستفادة من محصول واحد أو محـــصولين فقط فى حالة الــ ratoon crops.

تركيب منطقة العقدة (شكل ١١):

يوجد على جانب من العقدة برعم واضح يعرف بالعين Eye يحميه غمد الورقة. تتبادل هذه البراعم على الجانبين فـــى العقـــد المتتابعـــة. فـــى بعـــض الأصناف، يوجد البرعم فى قاعدة مجرى غير عميق يمتد لمسافة ما فى السلامية التى تليه.



شكل (١١): نبات قصب السكر: تركيب منطقة العقدة

يوجد فوق العقد مباشرة منطقة تتميز فيها ١-٣ حلقات من نقـــط يميـــل لونها إلى الأبيض، تمثل كل نقطة منها جذراً أوليا، لذا تـــسمى هـــذه المنطقـــة بالمنطقة الجذرية Root region. توجد فوق المنطقة الجذريـــة منطقـــة النمـــو المسئولة عن استطالة السلامية، وهى منطقة ضيقة، أفتح لونا من باقى منـــاطق السلامية، أنسجتها رهيفة، تفقد فيها الحزم الوعائية كثيرا من تلجننهـــا وتـــصبح الأغلفة الإسكلرنكيمية كولنكيمية الخلايا. تقع تحت العقدة مباشرة منطقة يتكاثف فيها الشمع بدرجة أوضح من باقى السلامية، وتـــسمى هـــذه المنطقـــة بالحلقـــة الشمعية.

مما تقدم، يتضح أن كل عقدة تحتوى على برعم ومنطقة جذرية، وبمعنى آخر يكون لها القدرة على تكوين نبات جديد كامل. فإذا غرست سلامية أو عـدة سلاميات فى التربة، فإن الجذور الأولية تنمو من المنطقة الجذرية لتكون جذور العقلة التى تقوم بتغذية النبات فى بداية نموه ثم تزول لتحـل محلهـا الجـذور العرضية التى تنمو من عقد الساق السفلى. فى نفس الوقت، ينتفخ البرعم وتتفتح الحراشيف البرعمية، الأمر الذى يؤدى إلى تكوين ساق جديـدة وبالتـالى يـتم الإكثار الخضرى لنبات السكر.

الحصاد والاستعمال:

تتراوح فترة نمو السكر بعد الزراعة وحتى الحصاد بين ٩ أشهر إلـى عامين وقد تزيد عن ذلك تبعا لظروف المناخ ونمو النبات. يتم تحديـد أفـضل ميعاد للحصاد تبعا لمحتويات النبات من السكر، وهو التوقيت الذى يتحقق عنـده أعلى محتوى من السكروز وأقل محتوى من السكريات المختزلة. فى حالة قصب السكر الذى يستمر فى نموه لفترة أكثر من عام، تتكون سيقان جديدة خلال العام الثانى، لذا يجب مراعاة متوسط المحتوى السكرى للسيقان مختلفة الأعمار عنـد تحديد الميعاد المناسب للحصاد. ويعتبر تحديد الميعاد المناسب للحصاد هاما ليس فقط لتحديد أعلى محتوى سكرى بل أيضا للمحافظة على برنامج مصانع السكر واستمراريته بانتظام، إذ من المعروف أن مصانع السكر تعمـل فـى المنـاطق الاستوائية على مدار عشرةأشهر فى العام وبالتالى يجب المداومة بانتظام علـى إمدادها بالمادة النباتية الخام.

بصفة عامة، يمكن أن يصل محتوى النباتات من السكر إلى أكثـر مـن ١٥%، إلا أنه غالبا مايتم الحصاد عندما يصل محتوى السكر فى النباتات إلـى ١٠- ١١%. من جهة أخرى يمكن الحصول على إنتاج يقدر بحوالى ١٢٠ طن قصب لكل هكتار سنويا إذا ما توفرت ظروف نمو مناسبة، وهـو مـا يعـادل محصول سكر يتراوح بين ١٣-١٤ طن. فى الدول المتقدمة، يتراوح المحصول

فى المتوسط بين ٤٠ – ٨٠ طن قصب للهكتار سنويا، فى حين يكون المحصول أقل من ٣٠ طن فى كثير من الدول المنتجة للقصب. يتم حصاد قصب السكر غالبا يدويا حيث تقطع السيقان، قدر الإمكان، قريبا من سطح التربة، وتفصل القمم الخضراء وتستبعد أغماد الأوراق المحيطة بالسيقان. فى حالة الزراعات الكبيرة تستعمل آلات ميكانيكية فى الحصاد. يجب أن تبدأ عمليات إعداد المحصول لاستخلاص السكر بسرعة بعد الحصاد (خلال ٤٨ ساعة)، لأن ترك المحصول بعد الحصاد دون البدء فى استخلاص العصير منه يؤدى إلى تحول السكروز إلى جلوكوز، الأمر الذى يعرقل تبلور السكروز واستخلاصه.

- يستفاد من العصير الطازج كمشروب فى كثير من الدول.
- تستخدم البقايا المتخلفة من السيقان بعد استخلاص العصير (باكس bagass) كوقود كما تدخل فى صناعة الورق والحرير الصناعى.
- يعتبر قصب السكر مصدرا هاما للشمع الذى يستخدم فى صناعة ورق الكربون.
- يستفاد من البقايا الخضراء المتخلفة عند الحصاد كعلف أخضر جيد للحيوانات، كما يمكن تجهيز قصب السكر واستخدامه فى علائق الحيوانات.

بنجر السكر sugar beet

يعتبر بنجر السكر. *Beta vulgaris* L. *var. altissima* Doll التابع للعائلة الرمرامية *Chenopodiaceae* من النباتات الاقتصادية حديثة العهد بالزراعة، ترجع فى أصولها البرية إلى حوض البحر المتوسط. تعتبر المناطق تحت الاستوائية خاصة الممطرة شتاءا أنسب مناطق لزراعتها. تمثل إيطاليا أهم دول المناطق تحت الاستوائية إنتاجا لبنجر السكر حيث يبلغ إنتاجها السنوى ١١,٢ مليون طن بنجر، تليها الصين (٦) وتركيا (٥,٩) ورومانيا (٥,٦) وأسبانيا (٥,٢) وإيران (٤,١) والمغرب (١,٧) ثم شيلى (١,٢) واليونان (١,٢).

تعتبر رومانيا الدولة الوحيدة من بين هذه الدول التى تصدر كمية محدودة من البنجر.

الاحتياجات البيئية:

تتراوح درجة الحرارة المثلى للإنبات بين ٢٠- ٢٥°م والدنيا من ٤-٥°م أما القصوى فإنها تبلغ ٣٥°م. يتحمل نبات بنجر السكر الصقيع الخفيف، إلا أن ظروف الجو الدافىء المشمس تشجع تكوين السكر. أثناء الليالى الباردة يقل معدل التنفس وبالتالى فإن محتوى السكر فى الجذور المخزنة يتأثر إيجابيا. فى أوقات السنة ذات الجو الحار يقل محتوى الجذور المخزنة من السكر وتزداد نسبة السكريات المحولة، وتنخفض درجة نقاء العصير السكرى، ويصبح من السهل تخشب الجذور.

يحتاج بنجر السكر إلى حوالى ٥٠٠مم أمطار سنوية، تتوزع بانتظام فى أشهر الشتاء، وبالتالى فإن فترة الزراعة فى المناطق تحت الاستوائية، تعتبر كافية ومناسبة للحصول على إنتاج مناسب. وعموما، فى حالة الزراعة خلال فترة الصيف، وحيثما قلت كمية الأمطار، يستلزم الأمر رى النباتات.

يحتاج بنجر السكر إلى أرض طميية كلسية تتم خدمتها عميقا، ذات خواص متعادلة أو قلوية خفيفة. من الضرورى زراعة أصناف مقاومة للملوحة خاصة فى حالة الزراعة بنظام الرى. تعتبر الأراضى الثقيلة غير مرغوب فيها لزراعة البنجر، حيث انه فى حالة عدم خدمة التربة جيدا على أعماق كافية يؤدى ذلك إلى الحصول على إنتاج غير جيد للمواصفات.

يتراوح إنتاج بنجر السكر فى المناطق تحت الاستوائية بين١٠-١٠٠طن للهكتار بمتوسط عام قدره ٣٠-٤٠ طن للهكتار. يمكن الوصول بالإنتاجية إلى أكثر من ١٠٠ طن للهكتار وذلك بالزراعة تحت ظروف خاصة مناسبة.

الأهمية الاقتصادية

١. يستفاد من السكر فى أوجه عديدة حيث أنه المنـــتج الرئيـــسى ذو الأهميـــة الاقتصادية.

٢. يستفاد من الأوراق وبقايا الجذور المتدرنة كعلف للحيوانات.

٣. يستفاد من مخلفات ترشيح العصير السكرى فـــى صـــناعة بعـــض أنـــواع الأسمدة.

تتوزع الزيوت الثابتة والدهون فى جسم النبات، وربما توجد فى سيتوبلازم جميع الخلايا الحية، حيث تخزن هذه المواد فى صورة قطيـرات متفرقـة ذات أحجام مختلفة، أو تتجمع فى فجـوات كبيـرة تـسمى الفجـوات الزيتيـة oil vacuoles، إلا أن هذه الفجوات لا تصل فى أحجامها إلى مـا يناظرهـا فـى الفجوات العصارية.

تخزن الزيوت الثابتة فى اندوسبرم بذور بعض النباتـات مثـل الخـروع والكتان، أو فى جنين البذرة مثل القطن وفول الصويا والذرة، أو فى لحم الثمار مثل الزيتون ونخيل الزيت.

تتماثل الزيوت الثابتة والدهون فى تركيبها الكيماوى، غير أن الأولى تكون سائلة فى درجات الحرارة العادية، بينما تكون الدهون جامدة أو شـبه جامـدة. تتميز الزيوت بارتفاع نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل حامض الأوليك oleic acid، حامض اللينوليك linoleic acid، حامض اللينولينك linolenic acid، بينما تحتوى الدهون على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية المشبعة مثل حامض البالمتيك palmitic acid، حامض الاستياريك stearic acid.

تعتبر الدهون الثابتة والدهون، بالنسبة للنبات، مواد قيمة تدخر فيها الطاقة، ينتج عن أكسدتها كمية من الطاقة تعادل حوالى مرتين وربع قدر ما ينـتج مـن كمية مماثلة من الكربوهيدرات، نظرا لارتفاع محتواها من الكربون وانخفاض ما بها من أكسجين. يلجأ النبات إلى الاستفادة من الزيوت كمصدر للطاقة فى حالـة نقص مخزونة من الكربوهيدرات.

الزيوت الثابتة والدهون عبارة عن استرات ثلاثية للجليسرول، تسمى غالبا جلسريدات ثلاثية triglycerides، ولكى تتكون هذه المركبات لابد مـن تـوفر الجليسرول glycerol بالاضافة إلى جزيئات الحامض الدهنى. الأحماض الدهنية تكون عادة جزيئات غير متفرعة تحتوى على ١٤- ٢٢ ذرة كربون، وتحتـوى

جميعها تقريبا على عدد زوجى من ذرات الكربون. الجلسريدات الثلاثية قد تكون استرات لنفس الحامض الدهنى أو لأحماض مختلفة. تبنى هذه المركبات والمواد من الكربوهيدرات خلال سلسلة من عمليات وسطية معقدة. يحدث تكشف الجليسرول مع جزيئات الحامض الدهنى بواسطة إنزيم ليبيز lipase، حيث تبنى الزيوت والدهون فى البلاستيدات الدهنية elioplasts، أو بواسطة الأجسام الكروية spherosomes فى سيتوبلازم الخلية.

جميع الزيوت الثابتة والدهون لا تذوب فى الماء، غير قابلة عادة للذوبان فى الكحول، تذوب فى الإثير والكلوروفورم والبنزين، تتراوح كثافتها بين ٠,٨٧٥- ٠,٩٧٠ مجم/سم٣. عندما تغلى الزيوت والدهون مع أيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم فإنها تتصبن فيما يسمى عملية التصبن saponification حيث ينفرد جليسرول ويتكون صابون عبارة عن الملح المعدنى للحامض الدهنى. يكون الصابون المتكون عسرا فى حالة أيدروكسيد الصوديوم، ويسرا فى حالة أيدروكسيد البوتاسيوم.

حينما تترك الزيوت والدهون فترة طويلة فى الهواء والرطوبة، خصوصا تحت تاثير الضوء والحرارة، فإنها تتحلل، وينشأ عن ذلك رائحة زنخة وطعم كريه، إذ ترجع الرائحة الناشئة إلى تكوين حامض البيوتريك. تعتبر الزيوت الزنخة سامة نوعا ما، كما تفسد محتوياتها من الفيتامينات (فيتامين e).

لاتتطاير الزيوت الثابتة عند تعرضها للهواء، ولا يمكن تقطيرها دون أن تتحلل. لهذه الزيوت ملمس دهنى، وتترك بقعة على الورق عند تعرضها للهواء الجوى.

تستخلص الزيوت من بذور الزيت إما بالضغط (العصر) الهيدروليكى أو المحورى أو باستعمال المذيبات العضوية مثل سيكلوهكسان أو الإيثير أو الكلوروفورم. يتم فصل الزيت من الأنسجة النباتية الخازنة له بعد أن تتم عملية تنقية للزيت تستبعد خلالها المواد الملونة والشوائب التى يمكن أن تؤثر فى طعمه

أو رائحته. تنتج بعض المنتجات الثانوية مثل فوسفاتيدات عند تنقية بعض الزيوت مثل فول الصويا والقطن وجنين الذرة، كما تمثل بقايا البذور الغنية فى محتواها البروتينى والناتجة بعدا استخلاص الزيت (الكسب) أهم المنتجات الثانوية لعملية الاستخلاص، إذ تصلح كمادة علف غنية بالبروتين، فضلا عن صلاحيتها أيضا للتغذية البشرية.

يعتبر فول الصويا مصدرا عالى القيمة لكل من البروتين (٣٨- ٤٠%) والزيت (١٨%)، غير أن القيمة الاقتصادية لمعظم البذور الزيتية الأخرى تتوقف على مدى الاستفادة من بقايا ومخلفات عملية استخلاص الزيت. فى الماضى، كان الأمر يقتصر فقط على تصدير البذور الزيتية، إلا أن الوضع اختلف الآن، إذ أصبح للدول المنتجة الرغبة والطموح لاستخلاص الزيوت محليا والاستفادة من بقايا عملية الاستخلاص فى تجهيز وإعداد منتج ثانوى أو أكثر يستخدم فى بعض الدول كمادة علف للماشية أو كغذاء للإنسان. ففى حالة القطن والفول السودانى والكتان والشلجم وعباد الشمس، تتجاوز قيمة الصادرات من الزيت والمنتجات الثانوية لعملية استخلاصه، نظيرتها من البذور فيما لو تم تصديرها فى صورتها الخام دون استخلاص.

تحتوى بقايا بذور العائلة الصليبية *Brassicaceae* بعد استخلاص الزيوت منها على جليكوسيدات، الأمر الذى يحد من استعمالها كعلف للماشية. فى حالة بقايا (كسب) بذرة القطن يتكسر الجوسيبول gossypol فى معدة الحيوانات خلال عملية الهضم كما فى حالة الخنازير. ولقد أمكن تربية واستنباط أصناف من القطن ذات بذور خالية من الجوسيبول وتم بالفعل زراعتها منذ سنوات. تحتوى مخلفات بذور فول الصويا أيضا على مركبات كيماوية يتطلب الأمر التخلص منها أولا قبل استخدامها فى أغراض التغذية كمصدر رئيسى للبروتين. تعتبر مخلفات استخلاص الزيت من بذور كل من الخروع والتانجو سامة جدا لكل من الإنسان والحيوان، لذا، يستفاد منها فقط كسماد.

للأغراض العملية يمكن تمييز سبع مجموعات من الزيوت النباتية كما هو موضح فى الجدول التالى

المجموعة / الحمض الدهنى ٪	١ جوز الهند	٢ زبد الكاكاو	٣ الفول السودانى	٤ القرطم	٥ الشلجم	٦ الكتان	٧ التانجو
Lauric acid	٥٠	-	-	-	-	-	-
Myristic acid	١٥	-	١	-	-	-	-
Palmitic acid	٩	٢٤	٨	٤	٢	٦	٤
Stearic acid	٢	٣٥	٤	٢	٠,٥	٤	١
الأحماض الدهنية المشبعة	٩١,٥	٦٠	٢٠	٧,٥	٦	١٢	٥
Oleic acid	٧	٣٨	٦٠	١٥	١٤	٢٠	٨
Erucic acid	-	-	-	-	٤٥	-	-
Linoleic acid	١	٢	٢٠	٧٥	١٤	٢٠	٤
Linolenic acid	-	-	-	-	١٠	٤٥	٣
Elaeostearic acid	-	-	-	-	-	-	٨٠
الأحماض الدهنية غير المشبعة	٨,٥	٤٠	٨٠	٩٢,٥	٩٤	٨٨	٩٥

يتضح من الجدول السابق توزيع المجموعات السبع من الزيوت النباتية تبعا لمحتواها من الأحماض الدهنية معبرا عنها كنسب مئوية. بالإضافة إلى ما تقدم، توجد بعض الزيوت ذات الأحماض الدهنية المؤكسدة، والتى يعتبر زيت الخروع أهمها على الإطلاق.

وفيما يلى توزيع أهم الأنواع النباتية المنتجة للزيوت على المجموعات السابقة:

-المجموعة الأولى (حمض اللوريك lauric acid) وتشمل: ثمار جوز الهند- ثمار الباباظ- بذور نخيل الزيت، وكذلك بذور أنواع أخرى من نخيل الزيت.

-المجموعة الثانية (الزبد النباتى plant butter) وتشمل: زبد الكاكاو.

-المجموعة الثالثة (حمض الأوليك oleic acid) وتشمل: الأفوكادو- ثمار نخيل البلح- بذور الفول السودانى- الخوخ- المشمش- ثمار الزيتون- البكان- ثمار نخيل الزيت- السمسم- بذور الشاى- بذور الطماطم.

-المجموعة الرابعة (حمض اللينوليك linoleic acid) وتشمل: بذور القطن وأنواع أخرى من العائلة الخبازية-٠ بذور القطن الحريرى (الكابوك)- بذور

القرعيات- جنين الذرة- القرطم- عباد الشمس- حبوب الذرة الرفيعة- بذور الدخان- بذور العنب.

-المجموعة الخامسة (erucic acid) وتشمل: الشلجم- الخردل- اللفت-، وكذلك أنواع أخرى من العائلة الصليبية.

-المجموعة السادسة (حمض اللينولينك linolenic acid) وتشمل: بذور الكتان- فول الصويا- الجوز- جنين القمح- بذور الموالح- بذور القنب- البيريللا.

-المجموعة السابعة (مجموعة الأحماض الدهنية ذات الروابط الزوجية المتناسقة) وتشمل: زيت الخشب (التانجو).

توجد زيوت ودهون مجموعة حمض اللوريك فـي صـورة جامـدة، نظـرا لمحتواها الضئيل جدا من الأحماض الدهنية غير المشبعة، وتتميز هذه الزيـوت بارتفاع درجة انصهارها، لذا، فإن أهم استعمالاتها هو صـناعة مستحـضرات التجميل. تستفيد الصناعات الكيماوية من طبيعة أحماضها الدهنية قصيرة السلسلة C_{10}-C_{14} كأساس لصناعة الصابون، إذ يتميز الصابون المنتج من زيت بـذور نخيل الزيت بدرجة نقاء عالية، لذا، يعتبر أفضل أنواع صابون تواليت.

تتميز أفراد المجموعة الثانية (الزبد النباتى) بارتفاع محتـوى زيوتهـا مـن الأحماض الدهنية المشبعة، وبالتالى فإنها بالكاد تكون سائلة فى درجة الحـرارة العادية، كما تتراوح درجة انصهارها بين ٣٢- ٣٥°م، الأمـر الـذى يجعلهـا ملائمة لصناعة أنواع الحلوى التى تذوب تدريجيا عند تناولهـا بـالفم، وكـذلك لصناعة المستحضرات الطبية.

فى مجال التجارة العالمية، بلغ زبد الكاكاو دورا كبيرا، إذ يعتبر واحـدا من أغلى الدهون النباتية. حينما يقل المعروض من زبد الكاكاو يمكن الاسـتفادة من أنواع الدهون الخرى فى هذه المجموعة.

تضم المجموعتان الثالثـة (oleic acid) والرابعـة (Linoleic acid) العدد الأكبر من الزيوت النباتية ذات الأهمية الاقتـصادية. جـدير بالـذكر، أن

الفصل بين زيوت كل من المجموعتين لـــيس قاطعـــا، إذ أن زيـــت السمـــسم، مثلايحتوى على نفس الكمية تقريبا من كل من حامض اللينوليك والأوليك، كما أنه غالبا ما تختلف أصناف النواع الواحد فيما بينها فى نسبة كـــل مـــن نـــوعى الأحماض الدهنية فى زيوتها.

تؤدى ظروف البرودة أثناء تكوين البذور إلى زيادة نسبة حمض اللينوليك فى الزيت. يستفاد من زيوت هاتين المجموعتين وبكثرة فى أغراض التغذية مثل زيوت السلاطة وزيت الطعام فضلا عن صناعة المرجرين، كمـــا تتميـــز هـــذه الزيوت بقدرتها على البقاء صالحة مدة طويلة. تجدر الإشارة إلى أن الاهتمـــام بزيوت مجموعة حامض اللينوليك (المجموعة الرابعة) قد تزايـــد بعـــد أن تـــم التعرف على التأثير المنشط للأحماض الدهنية غير المشبعة على الصحة العامة.

تحتوى جميع زيوت العائلة الـــصليبية علـــى حـــامض Erucic acid (المجموعة الخامسة). فى كندا وأوروبا، أمكن استنباط أصناف جديدة من الشلجم تخلو زيوتها من حامض Erucic acid، غير أنه يجب الحذر عند تداول هـــذه الزيوت نظرا لتأثير حامض Erucic على الصحة. فى جنوب وشرق آسيا، مـــا زال زيت الشلجم متداولا رغم محتواه العالى من حامض Erucic. فى بعـــض الدول، مثل الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والهند، يزرع نبـــات كرنـــب البحر *Crambe abyssinica* الذى تتميز زيوته بمحتوى عالى مـــن حـــامض Erucic (٦٠%)، غير أنه يستخدم فقط فى الأغراض الصناعية إذ يستفاد منها فى زيوت التشحيم وصناعة المنظفات الصناعية، فضلا عـــن الاســـتفادة منهـــا كمصدر لنواتج تكسر حمض Erucic، وكذلك حامض Brassic acid، حامض Pelargonic acid التى تستخدم بصفة أساسية فى صناعة اللدائن.

تتميز زيوت المجموعة السادسة (حامض اللينولنيك) بدرجة ثبات أقـــل بكثير من نظيرتها فى المجموعات الأربع الأولى، وتعتبر زيوت كل من الكتـــان وفول الصويا فقط دون غيرها ذات أهمية إقتصادية، إذا أن زيت فول الـــصويا

يمثل أهمية خاصة ويلعب دورا مميزا كزيت طعام، أم زيت الكتان فإنه يستعمل بصفة أساسية فى غرب أوروبا فى صناعة البويات والورنيشيات، فى حين يستفاد منه فى شرق أوروبا كزيت طعام.

يعتبر زيت البيريللا أكثر زيوت هذه المجموعة احتواءا على حامض اللينولينك، إذ تبلغ نسبته فى الزيت ٦٥%.

أفراد المجموعة السابعة ينحصر دورها فى إنتاج زيوت تصلح فقط للأغراض الصناعية، نظرا لقدرتها على إمتصاص الأكسجين بسرعة عند تعرضها للهواء الجوى نتيجة لوجود حامض Elaeostearic الذى يتميز بوجود ثلاث روابط زوجية متناسقة، الأمر الذى يجعلها تجف بسرعة مكونة طبقة رقيقة، صلبة، غير منفذة للماء.

النباتات المنتجة للزيوت Oil Plants

يشغل إنتاج النباتات المنتجة للزيوت المرتبة الثالثة، من حيث قيمة الإنتاج العالمى، بعد كل من النباتات المنتجة للنشا ونباتات الفاكهة. تنتج المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية ٩٧% من الإنتاج العالمى لنباتات الزيوت، وهو ما يمثل نسبة أعلى بكثير من نظيرتها فى نباتات الغذاء الأخرى، إذ ينتج حوالى ٧٥% من إنتاج نباتات الغلال ونباتات السكر فى دول المناطق الحارة. يصدر ثلث الإنتاج تقريبا، إذا يمثل تصدير الزيوت والدهون فى دول المناطق الحارة قيمة لا يفوقها سوى ما يصدر فيها من نباتات المشروبات المنعشة غير الكحولية.

لا يتناسب إنتاج البذور والثمار الزيتية مع كمية الزيوت المنتجة من النباتات المختلفة، ويعزى ذلك إلى أن البذور الناتجة لا تستخدم جميعها فى استخلاص الزيوت، مثل بذور القطن والفول السودانى، فضلا عن أن محتوى البذور من الزيت يتباين بدرجة ملحوظة، إذ يبلغ فى حالة فول الصويا ١٨%، فى حين يصل إلى ٦٨% فى الكوبرا (إندوسبرم جوز الهند).

يستفاد من أكثر من ٩٠% من الزيوت النباتية فـــى أغــراض التغذيـــة كزيوت طعام، فى حين يستعمل الباقى فى الأغراض الصناعية. تتميز زيـــوت الطعام بقيمة عالية كمصدر للطاقة، إذ أن كمية زيت مقدارها ١جم تعـــادل فـــى المتوسط ٩,١ كيلوكالورى. تستخدم زيوت الطعام فى طهى الأغذية وتجهيزها، الأمر الذى يكسبها طعما شهيا، وفى إعداد السلاطة والميونيز، فضلا عن تحسين طعم كثير من الأغذية، وتعديل طعم ورائحة التوابل.

يعتبر حامض اللينوليك الموجود فى كثير من الزيوت النباتية واحدا من الأحماض الدهنية الأساسية (فيتامين F) الذى تظهر أعراض نقصه خاصة فـــى الأفراد البالغين من الإنسان والحيوان. يؤدى وجود الأحمـــاض الدهنيـــة غيـــر المشبعة خاصة حامض اللينوليك وحامض اللينولينك إلى خفض محتوى الدم من الدهون والكوليسترول وبالتالى فإنهما يتميزان بأهمية كبيرة للوقاية من تـــصلب الشرايين.

تحتوى الزيوت النباتية على فيتامين A (كاروتينويـــدات) وفيتـــامين E (Tocopherol)، و Ergostrin (صورة أولية لفيتـــامين D_2)، فـــضلا عـــن فوسفاتيدات ومركبات استيرولية أخرى ذات أهمية طبية. جدير بالذكر، أن هـــذه العناصر والمركبات تتعرض لعمليات فقد أو تكسير بنسب كبيرة خـــلال تنقيـــة وتجفيف زيوت الطعام.

تستخدم الزيوت النباتية منذ وقت طويل فى أغراض الإضاءة والوقـــود، كما تدخل فى صناعة البويات ومواد الطلاء وأغراض التـــشحيم، فـــضلا عـــن صناعة الصابون. حديثا، يستفاد من الزيوت النباتية فى صناعة اللدائن، وكعامل ترطيب أو ملين، وكمادة وسيطة فى بعض التفاعلات الكيماويـــة فـــضلا عـــن الإستفادة منها فى مجال المنظفات الصناعية. تستعمل زيوت الخروع والتـــانجو فى الأغراض الصناعية فقط، فى حين يستفاد من زيوت الكتان وجوز الهند إلى حد ما فى هذا الصدد، أما جميع الزيوت النباتية الأخرى التى لا تـــستعمل فـــى

أغراض التغذية، فإنها يستفاد منها كنوعية رخيصة الثمن في الأغراض الصناعية.

تتحدد صفات وخواص الزيوت تبعا لطول سلسلة الأحماض الدهنية، ونسبة محتواها من الأحماض الدهنية غير المشبعة، وكذلك عدد ومواقع الروابط الزوجية، كما يختلف محتوى الزيوت من الأحماض الدهنية تبعا لنوع النبات. وبصفة عامة، يمكن أن تقسم الزيوت من الوجهة الإقتصادية إلى زيوت مجفافة، ونصف مجفافة، وغير مجفافة، ودهون.

١- الزيوت المجفافة Drying oils

تتميز هذه الزيوت بأهمية كبيرة فى صناعة البويات والورنيشات، إذ تتميز بقدرتها على إمتصاص الأكسجين بسرعة عند تعرضها للهواء الجوى، وتجف مكونة طبقة رقيقة، مرنة، ويرجع هذا إلى إرتفاع محتواها من الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل لينوليك $C_{18}H_{32}O_2$، لينولينك $C_{18}H_{30}O_2$، أوليك $C_{18}H_{34}O_2$، ومن أمثلتها زيوت الكتان وفول الصويا والقنب.

٢- زيوت نصف مجفافة Semi-drying oils

تتميز بإمتصاصها البطئ لكميات محدودة من الأكسجين عند تعرضها للهواء الجوى، لذا يتكون عنها طبقة رقيقة، مرنة، بعد مرور بعض الوقت، تحتوى هذه الزيوت بصفة رئيسية على حامض لينوليك. يستفاد من كثير من هذه الزيوت فى التغذية وصناعة الصابون، ومن أمثلتها القطن وعباد الشمس والذرة والقرطم.

٣- زيوت غير مجفافة Non-drying oils

لا تتكون طبقة مرنة عن هذه الزيوت عند تعرضها للهواء الجوى، وذلك لاحتوائها على نسبة مرتفعة من حامض أوليك. يستفاد من هذه الزيوت فى أغراض التغذية كزيوت طعام، ومن أمثلتها زيوت الزيتون والفول السودانى وثمار نخيل الزيت.

٤ – الدهون Fats

هى الزيوت النباتية التى تكون جامدة أو شبه جامدة فى درجات الحرارة العادية، إذ تحتوى على نسبة مرتفعة من حامض بالميتك وحامض ستياريك وهما حامضان دهنيان مشبعان. يستفاد من هذه الدهون فى أغراض التغذية وصناعة الصابون، ومن أمثلتها زيت جوز الهند وزيت بذور النخيل وزبد الكاكاو.

وفيما يلى أمثلة لبعض الأنواع النباتية المنتجة للزيوت والدهون:

نخيل الزيت Oil Palm

ينتمى نخيل الزيت الإفريقى *Elaeis guineensis* Jacq. إلى تحت عائلة *Cocoideae* التابعة للعائلة النخيلية *Arecaceae* والتى تضم، إلى جانب جوز الهند، عديدا من أنواع النخيل الأخرى المنتجة للزيت. ينتمى أيضا إلى نفس الجنس، نخيل الزيت الأمريكى *Elaeis oleifera* Cortes، حيث يسهل التهجين بين كل من النوعين وينتج عنهما هجين خصبة.

يزرع نخيل الزيت فى دول منطقة غرب إفريقيا الإستوائية (من غينيا حتى أنجولا) فضلا عن ماليزيا وإندونيسيا. حديثا، يزرع نخيل الزيت فى مساحات شاسعة من أمريكا الوسطى والجنوبية خاصة البرازيل وكولومبيا والمكسيك. وطبقا لإحصائيات عام ١٩٧٢ كانت ماليزيا هى أكبر الدول المنتجة لنخيل الزيت، حيث بلغ إنتاجها من زيت لحم ثمار النخيل ٧٣١ ألف طن يليها نيجيريا (٦٥٠) ألف طن فإندونيسيا (٢٦٩) وزائير (١٨٠) ثم ساحل العاج (٨١) ألف طن. وبالنسبة للتصدير، تأتى دول جنوب شرق آسيا فى مقدمة الدول المصدرة لزيت لحم الثمار، فى حين تعتبر الكمية المصدرة من إفريقيا قليلة نظرا لأن الجزء الأكبر من زيت النخيل يتم استهلاكه محليا.

إلى جانب زيت لحم ثمار النخيل، يستفاد أيضا من بذور النخيل وبالتالى زيوتها وذلك فى الدول المنتجة التى يستهلك فيها الجزء الأكبر من زيت لحم الثمار. تعتبر نيجيريا أكثر الدول تصديرا لبذور نخيل الزيت تليها إندونيسيا

وسيراليون وساحل العاج ثم ماليزيا، فى حين تمثل ماليزيا أهم الدول المـــصدرة لزيت بذرة النخيل تليها زائير ونيجيريا ثم بنين.

ساق النبات قائمة، يصل إرتفاعها إلى حوالى ٣٠ قدم أو أكثر، ذات قطر حوالى قدم واحدة، تكسوها قواعد الأوراق. تنتهى قمة النبات بتـــاج مـــن أوراق مركبة ريشية، كثيرة، ذات عنق طويل (٤-٧ قدم). توجد أشواك قصيرة حـــادة على الجزء القاعدى من عنق الورقة. يتـــراوح عـــدد وريقـــات الورقـــة بـــين ١٠٠ -١٦٠ زوج من الوريقات، تترتب على جانبى عنق الورقة. قد يصل طول الوريقة إلى حوالى ثلاثة أقدام. تنتهى قمة الورقة المركبة بنصل عرضى يتركب من التحام الوريقة الطرفية مع زوج الوريقات الموجود أسفل منها، وكثيـــرا مـــا يجف هذا النصل بتقدم العمر. يتراوح عدد أوراق النبات الناضج بـــين ٢٠-٤٠ ورقة مركبة.

يبدأ النبات فى التزهير عندما يبلغ من العمر ٤-٦ سنوات مكونا أزهارا توجد فى نورات مذكرة وأخرى مؤنثة، تحمل على نفس النبات monoecious، تنشأ النورات المؤنثة فى آباط الأوراق القاعدية، بينما تنشأ المذكرة فـــى آبـــاط الأوراق العليا (الأحدث). تحاط كل نورة بقنابة كبيرة Spathe. يبلغ طول النورة المؤنثة حوالى قدم وتتركب من محور قصير نوعا، سميك، يحمل حـــوالى ١٥٠ فرعا، حيث يوجد على الفرع الواحد حوالى ١٦ زهرة مؤنثة، لكل منهـــا قنابـــة صغيرة ذات لون أخضر مصفر. تتركب الزهرة المؤنثة مـــن غـــلاف زهـــرى عبارة عن ست أوراق عريضة ورقيقة، طوله حوالى نصف بوصة، مفصـــصة عند القمة. يتركب المبيض من ثلاث كرابل ملتحمة، وهو مـــستطيل بيـــضاوى الشكل، طول حوالى نصف بوصة، يعلوه قلم قصير وسميك ينتهى بثلاث مياسم. المبيض ذو مسكن واحد وبويضة واحدة.

النورة المذكرة تتركب من محور سميك وقصير لا يزيد طوله عن أربع بوصات، يحمل عند قمته نورة متفرعة سنبلية، أسطوانية الشكل، تحمل أفرعهـــا

أزهارا عديدة وكثيفة. تكون الأزهار مطمورة فى محـــور الـــسنيبلة، وتتركـــب الزهرة المذكرة من غلاف زهرى عبارة عن ست أوراق غشائية رقيقة مستطيلة الشكل، بالإضافة على ست أسدية ومبيض أثـــرى. تظهـــر النـــورات المـــذكرة والمؤنثة فى أوقات مختلفة، حيث يتبادل كلا منهما مع الأخرى مرة واحدة كـــل عام. قد تنتج بعض أشجار نخيل الزيت نورات مذكرة فقط طوال فترة حياتهـــا. فى حالة الأشجار حديثة العمر يكون عدد النورات المذكرة المتكونة وقت التلقيح قليلاً جدا، الأمر الذى يبرر اللجوء إلى إجراء التلقيح صناعيا لضمان الحـــصول على إنتاج وافر.

تتميز حبوب اللقاح الجافة بقدرتها على البقاء عـــدة أشـــهر فـــى حالـــة صالحة. يبدأ تكشف النورات قبل تفتح الأزهار بحوالى ٣٣-٣٤ شهر، ويتحـــدد جنس الأزهار قبل تفتحها بحوالى ٢٤ شهر. يستغرق تطور الثمرة مـــن تمـــام التلقيح وحتى نضجها من ٥-٧ أشهر. ينتج النبات الواحد مـــن ٤-٦ ســـباطات ثمار كل عام عند الحمل الكامل، يبلغ وزن كل منها حوالى ١٥-٢٥ كجم، وتضم من ١٠٠٠-٤٠٠٠ ثمرة بيضاوية الشكل يتراوح طول كل منها بـــين ٣-٥ســـم (شكل ١٠). يتفاوت لون الثمرة من الأحمر إلى الأصفر إلى البنى أو الأسود تبعا للصنف. الطبقة الخارجية من الغلاف الثمرى تكون جلدية رقيقة، أما الوســـطى فهى لحمية سميكة وتمثل حوالى ٣٥-٦٠% من وزن الثمرة، فى حـــين تكـــون الطبقة الداخلية صلبة، إلا أن سمك هذه الطبقة يختلف تبعـــا للـــصنف. تحتـــوى الثمرة على بذرة واحدة إندوسبرمية ذات جنين صغير، وهى من النـــوع حـــسلة Drupe.

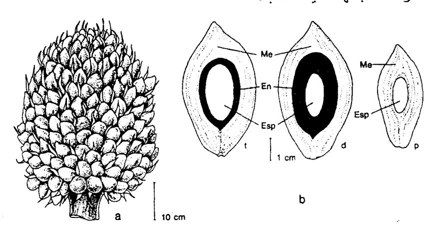
يوجد الزيت بصفة رئيسية فى الطبقة الوسطى اللحمية من غلاف الثمرة Mesocarp، فى حين يوجد حوالى ثمن كمية الزيت فى إندوسبرم البذرة. ينتمى زيت لحم الثمار على مجموعة حمض الأوليك Oleic acid، فى حـــين ينتمـــى زيت البذرة إلى مجموعة حمض اللوريك Lauric acid.

يمكن تمييز ثلاثة طرز من ثمار النخيل تبعا لسمك الطبقة الداخلية من الغلاف الثمرى على النحو التالى (شكل ١٢):

أ- ديورا dura وفيها يبلغ سمك طبقة الإنـدوكارب Endocarp ٢-٨مـم وهو ما يمثل ٣٥-٥٥% من وزن الثمرة.

ب-تينيرا tenera وفيها يبلغ سمك طبقة Endocarp ٠,٥ – ٣مم أى ما يعادل ١-٣٢% من وزن الثمرة.

ج-بيسيفرا pisifera وتكون خالية من الطبقة الداخلية Endocarp حيث توصف بأنها عقيمة غالبا.



شكل (١٢): نبات نخيل الزيت

a ثمار b ثمار من طرز: t: tenera d: dura p:pisifera

Esp: Endosperm En: Endocarp Me: mesocarp

الاحتياجات البيئية:

يحتاج نخيل الزيت إلى درجة حرارة معتدلة تتراوح بين ٢٤-٢٨°م، ولذلك تنحصر مناطق زراعته بين خطى عرض ١٠ شمالا وجنوبا وعلى ارتفاعات تصل إلى ٥٠٠ متر، يقل المحصول بسبب البرودة، ويحتاج النبات إلى شمس وفيرة بمعدل ٥-٦ ساعات يوميا فى المتوسط، تبلغ الاحتياجات السنوية من الأمطار ١٥٠٠-٣٠٠٠مم.

أفضل أنواع الأراضي هي التي تتميز بدرجة حموضة pH ٧-٥,٥، وقد تناسب زراعته أيضا تربة ذات حموضة٤ pH على أن تكون جيدة التسميد. يعتبر كلا من البورون والكلوريد من العناصر النادرة الهامة لزراعة نخيل الزيت.

المحصول والإستعمال الإقتصادي:

تبدأ أشجار نخيل الزيت في الحمل بعد ٤-٥ سنوات، ويبدأ جمع محصول الثمار عندما تنضج الثمار. يعتبر أفضل ميعاد للحصاد هو عندما يبدأ تغير لون الثمار، إما إلى الأسود أو إلى البرتقالي تبعا للصنف. وفي الواقع العملي يعتبر تساقط الثمار بصورة فردية دليلا على نضج الثمار عادة.

عندما تبلغ الأشجار من العمر ٢٠ -٣٠ عاما تصبح عندئذ ذات ارتفاعات عالية، الأمر الذي يجعل جني المحصول عملية صعبة، وبالتالي يكون من الضروري إعادة الزراعة من جديد.

تنقل الثمار التي تم جمعها، بسرعة ما أمكن، إلى موقع التصنيع واستخلاص الزيت، حيث ينبغي أن تبدأ عملية إعدادها لاستخلاص الزيت في غضون ٢٤ ساعة. يرجع ذلك إلى أنه كثيرا ما تجرح بعض الثمار أثناء عملية الحصاد، الأمر الذي يعرض محتواها من الزيت للتحلل بواسطة إنزيم الليبيز Lipase النشط جدا، وبالتالي تقلل الأحماض الدهنية الحرة المتكونة عندئذ من القيمة التجارية للزيت. توضع السباطات بمجرد وصولها إلى المصنع في أفران للتعقيم (أوتوكلاف) حيث أن التسخين يؤدي على تثبيط نشاط إنزيم الليبيز، فضلا عن تسهيل فصل الثمار من السباطات.

يستخلص الزيت من لحم الثمار عن طريق هضمها على درجة حرارة ٩٥-١٠٠°م ولمدة ٢٠-٧٥ دقيقة تبعا لطريقة الاستخلاص. يتم فصل الزيت من الأنسجة الخازنة له بواسطة الضغط الهيدروليكي أو المحوري أو بالطرد المركزي. تتم تنقية الزيت من الشوائب والمواد الملونة والماء، حيث يتميز

باللون الأصفر الفاتح إلى البرتقالى الداكن تبعا لدقة الإنتــاج. امــا فــى حالــة استخلاص زيت بذرة النخيل فإن هذه العملية تتم إمــا بالعــصر (الــضغط) أو بإستعمال المذيبات العضوية. تبلغ أفضل إنتاجية لطرز tenera حوالى ٣٠ طن من السباطات لكل هكتار فى العام، يستخلص منها تقريبا ٧ طن زيت لحم ثمار، ٠,٨ طن زيت بذرة.

فى حالة الزراعات القديمة خاصة فى إفريقيا تكون الإنتاجية أقل من ذلك ومن النادر أن تكون أعلى من ٣,٥ طن زيت لكل هكتار فى العام.

يستخدم زيت لحم ثمار النخيل فى صناعة المرجرين والصابون ودهون الطهى. يستفاد من بقايا استخلاص زيت بذور النخيل كعلف للماشية حيث يحتوى على بروتين خام تتراوح قيمته بين ١٥-١٦%. هذا، ويعتبر زيت بذرة النخيــل مصدرا هاما لصناعة أفخر أنواع صابون التواليت.

نخيل جوز الهند Coconut palm

ينتمى نخيل جوز الهند *Cocos nucifera* L. إلى العائلة النخيلية *Arecaceae*، وهو من نباتات شواطئ المناطق الحارة وتحت الحارة، حيث لا تــزال منــاطق إنتاجه الرئيسية موجودة حتى اليوم، على الرغم من أنه يزرع منذ أمد بعيد فــى جميع المناطق الإستوائية. تنتج آسيا ٢١,٣ مليون طن من ثمار جوز الهند تليها أمريكا الوسطى (١,٦) وإفريقيا (١,٤) ثم أمريكا الجنوبية ٠,٨ مليون طن. تعتبر الفلبين أكبر منتج لجوز الهند (٦,٩)، إندونيسيا (٥,٥)، والهند (٤,٣)، وسريلانكا (٢,٢) وماليزيا (١,١) مليون طن ثمار جوز الهند.

كما توجد بعض الدول المنتجة خارج نطاق دول حوض الباسفيك التــى تقع جنوب شرق آسيا، منها المكسيك (١) والبرازيل (٠,٥) وموزمبيق (٠,٤) ثم تنزانيا (٠,٣) مليون طن ثمار جوز الهند.

يصل إرتفاع النبات إلى حوالى ٦٠-٩٠ قدم، ساقه أسطوانية ناعمة، يبلغ قطرها حوالى قدمين، ذات لون رصاصى فاتح، تحمل عند قمتها تاجا من أوراق

مركبة ريشية، الحديثة منها تكون خضراء اللون ثم تتحول إلـى اللـون البنـى الذهبى. يصل طول نصل الورقة إلى حوالى عشرين قدما، وتحيط قاعدة عنـق الورقة بحوالى نصف محيط الساق، وهى ذات زائدتين تكملان الالتفاف حـول بقية الساق. يحمل ساق النبات عددا من الأوراق المركبة يتراوح بـين ٢٥-٣٠ ورقة. الوريقات سهمية الشكل، رفيعة، يتراوح طول كل منها بـين ٢-٣ قـدم. المجموع الجذرى عرضى والجذور غزيرة التفرع، يبلغ عددها حـوالى سـبعة آلاف جذر، وهى خالية من الشعيرات الجذرية. تقوم بعض هذه الجذور بتكوين جذور تنفسية.

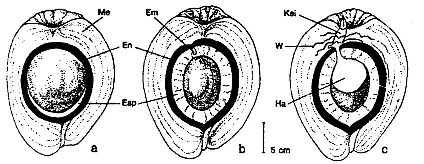
يبدأ جوز الهند فى التزهير عند عمر سبع سنوات مكونا أزهارا توجد فى نورات اغريضية مركبة compound spadix، تنشأ فى آباط الأوراق. تغلـف النورة ورقة جلدية كبيرة تسمى قينوة Spathe لونها بنى، تنشق طوليا من جانب واحد عند نضج الأزهار. تتركب النورة من محور رئيسى يحمـل حـوالى ٤٠ فرعا توجد عليها أزهار وحيدة الجنس، حيث توجد الأزهار المؤنثة عند قواعـد الأفرع بينما تقع المذكرة عند أجزائها العليا. يتراوح عدد الأزهار المؤنثة بـين ٢٠-٤٠ على الفرع الواحد، بينما يكون عدد المذكرة بين ٢٠٠-٣٠٠ زهـرة. تحتوى الزهرة المؤنثة على متاع من ثلاث كرابل ملتحمة، والمبيض يتكون من ثلاثة مساكن بكل منها بويضة واحدة. يتركب طلع الزهرة المذكرة مـن سـت أسدية. تحاط الزهرة فى كل من نوعيها بغلاف زهرى يتركب من ست وريقات زهرية. التلقيح يكون خلطيا بواسطة الرياح أو الحشرات خاصة نحل العسل.

عند الإزهار، تتفتح الأزهار المذكرة مبكرا بحوالى ١٠-٢٠يوم قبل تفتح المؤنثة (protandrous) وبالتالى يكون التلقيح الخلطى هو القاعدة.

بعد الإخصاب، تضمر كربلتان وتتكون الثمرة عـن الكربلـة الثالثـة. يستغرق تطور الثمرة حتى تمام النضج فترة تتراوح بين ١٢ – ١٤ شهر. تصل الثمرة إلى حجمها النهائى بعد ستة أشهر، يتكون بعدها الجنين ثم الطبقة الداخلية

الصلبة من الغلاف الثمرى والإندوسبرم متماسك القوام (شكل ١١). جدير بالذكر، أنه توجد بعض الطرز ذات الثمار الأصغر حجما والتى تنضج ثمارها مبكرا بحوالى ثلاثة أشهر عما هو الحال فى الطرز ذات الثمار الكبيرة.

ثمرة جوز الهند حسلة ليفية (شكل ١٣)، وهى من أكبر ثمار المملكة النباتية، يبلغ طولها حوالى ٩ بوصة وعرضها أقل من ذلك قليلا. الطبقة الخارجية من الغلاف الثمرى Exocarp عبارة عن طبقة ناعمة متماسكة، صفراء اللون، أما الوسطى Mesocarp فهى سميكة، ليفية خشنة، يبلغ سمكها حوالى ٢ بوصة، فى حين تكون الطبقة الداخلية Endocarp خشبية، وتحيط بالبذرة الوحيدة للثمرة.



شكل (١٣): نبات نخيل جوز الهند: قطاعات طولية فى الثمرة

a ثمرة غير ناضجة b ثمرة ناضجة c بادرة عمرها ثلاثة أشهر Me ميزوكارب ليفى Em جنين
En إندوكارب Esp إندوسبرم Kei بادرة W جذر أول Ha ممص

البذرة تكون مجوفة، تحتوى على سائل يسمى لبن جوز الهند Coconut milk. قصرة البذرة رقيقة، ذات لون بنى، تحيط بالإندوسبرم والجنين. الإندوسبرم لحمى جامد، يبلغ سمكه حوالى نصف بوصة. الجنين صغير، يوجد منغرسا فى الإندوسبرم أسفل واحد من تجاويف ثلاثة، مستديرة الشكل، تسمى عيون البذرة، التجويفان الآخران صغيران، يمثل كلا منهما كربلة ضامرة.

الاحتياجات البيئية:

تمتد مناطق زراعة جوز الهند بين خطى عرض ١٥° شمالا وجنوبا. يحتاج نخيل جوز الهند إلى متوسط درجات حرارة سنوية يتراوح بين ٢٦-٢٧°م على أن تكون الاختلافات بين حرارة كل من الليل والنهار قليلة، ولذلك يزرع على ارتفاعات لا تتجاوز ٧٥٠ متر تقريبا. ينمو نخيل جوز الهند جيدا فى حالة توفر كمية كافية من الماء الأرضى بحيث تكون فى متناول الجذور، لذا تجود وتنتشر زراعته قريبا من الشواطئ، غير أن زراعته تنجح أيضا وبصورة ملحوظة فى المناطق الجافة. فى المناطق التى تعتمد زراعته فيها على مياه الأمطار، تكفى كمية منها تتراوح بين ١٢٥٠-٢٥٠٠مم كمعدل مثالى. يحتاج نخيل جوز الهند أيضا فى زراعته إلى توفر ظروف شمسية جيدة.

يفضل جوز الهند الأراضى جيدة التهوية والصرف. فى المناطق الجافة ينبغى أن تتوفر كمية كافية من الماء الأرضى وبعمق يتراوح بين ١ – ٢,٥ متر بحيث يكون متاحا وفى متناول الجذور. يمكن لأشجار نخيل جوز الهند أن تتحمل نسبة ملوحة تصل إلى ١% فى ماء التربة. تحتاج الأشجار إلى توفر كمية كافية من الكلوريد لتحقيق نمو جيد. جدير بالذكر، أن هذه الاحتياجات البيئية تتوفر قريبا من الشواطئ خاصة فى المناطق قليلة الأمطار، وبالرغم من هذا، تنجح وبصورة ملحوظة، زراعة نخيل جوز الهند بعيدا عن شواطئ البحار.

المحصول والاستعمال الاقتصادى:

تنتج الشجرة محصولا يتراوح بين ٣٠ – ٥٠ ثمرة فى العام، ويعتبر محصول قدره ٨٠٠٠ ثمرة للهكتار فى العام محصولا مناسبا. ينضج بالنورة الواحدة حوالى ٤-٧ ثمار، تجمع على فترات أسبوعيا أو شهريا، تبعا للظروف البيئية.

للحصول على زيت جوز الهند، تشق الثمار، ويفصل الإندوسبرم ويجفف سريعا ما أمكن، إما فى الشمس أو فى أفران خاصة، يجرش الإندوسبرم ويسخن بالبخار ثم يعصر لاستخلاص الزيت، الذى ينقى بدوره وتزال منه الرائحة.

محصول جوز الهند من الثمار يحول معظمه إلى ما يعرف تجاريا بإسم كوبرا Copra وهى عبارة عن الإندوسبرم المجفف لبذرة جوز الهند. يحتوى الإندوسبرم الطازج على حوالى ٥٠% رطوبة بينما لا تتجاوز نسبتها فى الإندوسبرم المجفف ٣-٥%. تحتوى الكوبرا على ٦٥- ٧٠% زيت. يبلغ أقصى محصول للأصناف الجديدة ٦ طن كوبرا للهكتار فى العام، وهى الكمية التى يمكن أن يستخلص منها ٤ طن زيت، ٢ طن بقايا عملية الإستخلاص (poonac). زيت جوز الهند يكون عادة جامدا فى المناطق المعتدلة، ويستخدم بصفة أساسية فى صناعة الحلوى وتجهيز بعض الأغذية وصناعة المرجرين ومستحضرات التجميل والصابون والمطاط الصناعى.

لم يعد يصدر كثير من الكوبرا نظرا لاستغلاله كمصدر للزيت فى الدول المنتجة. يستفاد من بقايا استخلاص الزيت كأحد المنتجات الثانوية الغنية فى محتواها من البروتين (٢٠% تقريبا) والتى تستخدم فى عمل علائق جيدة للحيوانات، ويسمى هذا المنتج الثانوى Poonac.

- تجهيز شرائح جوز الهند desiccated coconut بعد استبعاد قصرة البذرة بنية اللون ثم غسيل الإندوسبرم وتعقيمه ثم تجفيفه فى صورته النهائية. تصلح الأغلفة الصلبة كمادة وقود لتجفيف الكوبرا، وكذلك لاستخلاص الكربون النشط خاصة فى سرى لانكا. كما يستفاد من مطحون الأغلفة الناعم كمادة مالئة فى صناعة اللدائن، فضلا عن الاستفادة منه محليا فى صناعة بعض الأوانى وأدوات البلاستيك، والزراير.
- تعرف ألياف الطبقة الوسطى من الغلاف الثمرى تجاريا بألياف الكوار Coir وهى ألياف قصيرة خشنة، تستخدم فى صناعة الدواسات وحشو المقاعد وأغطية الأرضيات فى المنازل، وكثيرا ما تستخدم فى صناعة حبال قوية وخفيفة خاصة فى المناطق الحارة الرطبة.

- يعتبر السائل اللبنى المتحصل عليه من تجويف البذرة غذاءا هاما للكثير من سكان المناطق الحارة، حيث يحتوى هذا السائل على سكريات ذائبة ومقدار قليل من الزيت.
- يستفاد من القينوى Spathe غير الناضجة فى الحصول على سائل حلو المذاق، يحتوى على حوالى ١٥% سكر، ويستخدم لتجهيز مشروب يعرف بنبيذ البلح. وللحصول على هذا السائل السكرى، تصنع شقوق عند الطرف المقطوع للقنابة حيث يسيل منها العصير. يستهلك هذا السائل بكميات كبيرة فى مناطق إنتاج جوز الهند، ويعرف بإسم Toddy.
- يستفاد من سيقان وأوراق الأشجار محليا كعناصر لتشييد المنازل والأكواخ.
- فى حالة استعمال الثمار وهى طازجة ينبغى ألا تكون تامة النضج، اما الثمار تامة النضج فإنها تحتوى على سائل يسمى ماء جوز الهند Coconut water يستفاد منه كمشروب منعش يحصل عليه من الثمار وهى فى عمر ٦-٧ شهور.

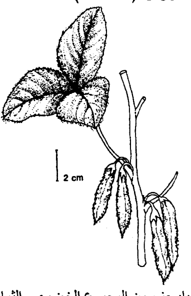
فول الصويا Soya bean or Soybean

ينتمى فول الصويا *Glycine max* (L.) Merr. إلى العائلة الفراشية *Fabaceae*، ترجع أصول ونشأته إلى الصين، حيث يمثل واحدا من المحاصيل القديمة، مثلما هو الحال فى دول أخرى من منطقة شرق آسيا.

بدأ فول الصويا يأخذ مكانته بعد عام ١٩٤٥ كأهم النباتات المنتجة للزيوت والبروتين. بلغ إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية من فول الصويا عام ١٩٧٢ حوالى ٣٥ مليون طن وهو ما كان يمثل آنذاك ٦٦% من الإنتاج العالمى، كانت تشغل سدس المساحة المحصولية، ثم وصل إنتاجها عام ١٩٧٣ إلى ٤٣ مليون طن. تأتى الصين بعد الولايات المتحدة الأمريكية من حيث كمية الإنتاج (١١ مليون طن)، تليها البرازيل (٣,٧ مليون طن) حيث تزايد إنتاج

الولايات الجنوبية بصورة ملحوظة ووصل عام ١٩٧٣ إلى ٥ مليون طن. بلـــغ إجمالى إنتاج آسيا، بإستثناء الصين، عام ١٩٧٢ حوالى ١,٢ مليون طـــن، فـــى حين وصل إنتاج إفريقيا إلى ٧٣٠٠٠ طن فقط. يصدر أكثر من ربـــع الإنتـــاج العالمى من فول الصويا، تساهم الولايات المتحدة الأمريكية بحوالى ٩٠% مـــن الكمية المصدرة، حيث يمثل فول الصويا أكبـــر محاصـــيل التـــصدير. تعتبـــر البرازيل تليها الصين أقل الدول تصديرا لفول الصويا إذ بلـــغ إجمـــالى الكميـــة المصدرة من كل منهما واحد مليون طن، ٠,٤ مليون طن على التوالى.

نبات فول الصويا حولى، يشبه فـــى طبيعـــة نمـــوه نبـــات الفاصـــوليا *Phaseolus vulgaris var. nanus*، تغطى جميع أعضائه بشعيرات كثيفـــة. توجد الأزهار فى نورات عنقودية، قصيرة المحور، يحمل عدد محدود منها على محور النورة التى تتكشف فى آباط الأوراق (شكل ١٤). فى حالة الأصناف التى تتميز بسيقان محدودة النمو determinate، تتكشف أيضا البراعم الطرفية لهذه السيقان إلى نورات. الثمرة قرن legume تحتوى على عدد من البذور يتـــراوح بين ١-٥ بمتوسط مقداره ٢-٣ بذور. توجد الثمار فى مجموعـــات مـــن ٣-٥ ثمار، محمولة فى آباط الأوراق (شكل ١٤).



شكل (١٤): نبات فول الصويا: جزء من المجموع الخضرى والثمار

الاحتياجات البيئية:

تمثل المناطق تحت الإستوائية الرطبة دائما أفضل ظروف مناخية لنمو فول الصويا. تتراوح درجة حرارة النمو المثلى بين ٢٤ –٢٥°م، ويعتبر فول الصويا حساسا بدرجة واضحة لطول الفترة الضوئية، حيث تزهر معظم الأصناف فقط فى ظروف نهار يقل عن ١٤ ساعة يوميا، فى حين تؤدى ظروف النهار القصير جدا (١٢ ساعة فأقل) إلى التبكير فى الإزهار، وبالتالى تظل النباتات قصيرة، منخفضة المحصول. تتباين الأصناف إلى حد كبير فى استجابتها لطول الفترة الضوئية، وبالتالى يكون من المناسب عادة، زراعتها فى منطقة جغرافية محدودة الإتساع.

يتراوح طول فترة النمو الخضرى فى المناطق الرئيسية لزراعة فول الصويا بين ٤–٥ أشهر. يحتاج النبات إلى متوسط كمية أمطار سنوية قدره ٥٠٠ – ٧٥٠ مم لكى يحقق محصولا جيدا خاصة فى المناطق الدافئة، إلا أنه ينبغى ألا تكون هناك أمطار غزيرة أثناء مرحلة نضج الثمار. يتأثر النمو والمحصول بصورة قاطعة بعملية تبادل المنفعة التى تختص بها العقد الجذرية وما تحتويه من بكتيريا *Rhizobium* التى تقوم بعملية تثبيت النتروجين الجوى.

تعتبر الأراضى التى تتراوح درجة حموضتها بين ٦– ٦,٥ pH هى أفضل ما يناسب زراعة فول الصويا، إلا أنه توجد أصناف أخرى يمكنها النمو بنجاح فى أراضى حامضية (٥,٥ pH) أو أخرى قلوية (٧,٥ pH). يعتبر وجود الكالسيوم ضروريا لتشجيع تكوين العقد الجذرية، أما فى حالة الأراضى الحامضية فإن الموليبدنوم يعتبر هو الآخر ضروريا.

المحصول:

يعتبر فول الصويا نباتا ذا منفعة مزدوجة أكثر مما هو عليه الحال فى أى من بذور نباتات الزيوت الأخرى، إذ تحتوى بذور الأصناف التجارية عالية الإنتاج على ١٨% زيت، ٣٨% بروتين. جدير بالذكر، أن بعض الأصناف يبلغ

محتواه بذورها من الزيت ٢٥% ومن البروتين ٤٣%، بل قد تصل نسبة البروتين فى الأصناف ذات البذور الصغيرة إلى ٥٠%. تمثل بقايا البذور المتخلفة بعد استخلاص الزيت أكثر من ٤٠% من قيمة الإنتاج.

ينتمى زيت فول الصويا إلى مجموعة حمض لينولينك، حيث تمثل نسبة هذا الحامض فى الزيت ٣-١١%، ولذلك يكون أكثر سيولة عن زيوت الطعام الأخرى. يفضل الحصول على زيت فول الصويا عن طريق الإستخلاص بالمذيبات العضوية نظرا لانخفاض نسبته فى البذور.

الأهمية الإقتصادية:

يستفاد من زيت فول الصويا فى ألمانيا بصورة رئيسية لإنتاج المرجرين. ونظرا لجودة صفات الزيت الجفافية، فإنه يستخدم أيضا فى كثير من الأغراض الصناعية، وذلك بعد خلطة مع زيوت أخرى لصناعة البويات والورنيش، حيث يمنع هذا الزيت اصفرار البويات ذات اللون الفاتح. فضلا عن ذلك، أصبح زيت فول الصويا يستخدم حاليا فى أغراض صناعية أخرى مثل صناعة الصابون والجليسرين.

يتميز زيت فول الصويا من بين الزيوت الأخرى بأعلى محتوى من ليسيثين (١,١-٣,٢%) والذى يمكن استخلاصه من خلال عملية تقطير بخارى لمخلوط الزيت والمذيب عند استخلاص زيت البذور، وبالتالى الاستفادة منه فى كثير من الأغراض المتعلقة بالصناعات الغذائية، وفى صناعة المستحضرات الطبية، فضلا عن كثير من الصناعات الأخرى مثل المبيدات الفطرية وألوان الطباعة.

يستفاد من بقايا عملية استخلاص الزيت من بذور فول الصويا الغنية فى محتواها من البروتين، ليس فقط فى تغذية كل من الإنسان والحيوان، ولكن أيضا فى بعض الأغراض الصناعية مثل الألياف الصناعية وصناعة اللدائن والمواد اللاصقة، فضلا عن استخدامها أيضا كسماد.

فى آمريكا وشرق آسيا، تؤكل بذور فول الصويا غير الناضجة (الخضراء) كنوع من الخضر مثل الفاصوليا أو البازلاء، إذ أن البذور الناضجة تكون صعبة الهضم، حيث تحتوى فى صورتها الخام على مواد ضارة مثل صابونين ومركبات أخرى، فضلا عن مثبطات لإنزيم Protease الذى يحلل البروتين، إلى جانب تميزها بطعم غير مرغوب. ونظرا لهذه الخواص غير المرغوبة، فإنه من الصعوبة بمكان تداولها فى المناطق الجديدة كوسيلة للتغذية، لذا، يستلزم الأمر نقعها فى الماء فترة طويلة وطبخها قبل أن تصبح مقبولة الطعم، وصالحة للتغذية.

فى شرق آسيا، تخضع بذور فول الصويا لكثير من عمليات الإعداد والتجهيز، تصبح بعدها ذات قيمة غذائية عالية، يتم إعدادها فى صور مختلفة من المنتجات الغذائية مثل معجون الصويا، وقد تعامل البذور ميكروبيا لنفس الغرض كما فى حالة لبن فول الصويا المتحصل عليه من مطحون البذور، وزبادى فول الصويا المجهز من بروتين بقايا البذور المتخلفة عند إستخلاص الزيت، وذلك بعد تحميضه وتمليحه.

تمثل بادرات نبات فول الصويا نوعا من الخضروات الهامة فى شرق آسيا، كما يستفاد من النباتات الخضراء كمادة علف خضراء لتغذية الحيوانات، فضلا عن صلاحيتها أيضا لصناعة السيلاج.

الفول السودانى Groundnut or Peanut

ينتمى الفول السودانى .*Arachis hypogaea* L إلى العائلة الفراشية *Fabaceae*، وهو أحد المحاصيل القديمة فى الهند، وتعتبر بوليفيا موطنه الأصلى. يضم جنس *Arachis* ثلاثين نوعا، تنتشر فقط فى أمريكا الجنوبية. يوجد النوع *Arachis hypogaea* منزرعا وليس فى حالة برية، حيث أنه رباعى المجموعة الكروموسومية ($2n=40$)، نشأ من نوعين بريين، كل منهما ثنائى المجموعة الكروموسومية (Diploids).

ترتب، عادة، أصناف الفول السودانى المنزرعة فى مجموعات مثل فرجينيا، فالنسيا، أسبانى. ومن الناحية التصنيفية، يصنف النوع *hypogaea* إلى تحت الأنواع والأصناف التالية:

١- تحت النوع ssp. *hypogaea* ويتميز بطبيعة نموه المفترشة، بذوره كامنة، تتراوح فترة نموه الخضرى بين ٥-١٠ أشهر، ويضم الأصناف التالية:

أ- الصنف var. *hypogaea* طراز فرجينيا. تحتوى الثمرة على بذرة كبيرة واحدة أو إثنتين، غزير التفرع، تفضل بذوره لأغراض الطعام.

ب-الصنف var. *hirsuta* طراز بيرو يزرع أيضا فى الصين. قليل الأهمية فى الزراعة الحديثة.

٢- تحت النوع ssp. *fastigiata* ينمو غالبا رأسيا، تخلو بذوره من ظاهرة الكمون، تتراوح فترة نموه الخضرى بين ٣-٥ أشهر، ويضم الأصناف التالية:

أ- الصنف var. *fastigiata* طراز فرجينيا، تحتوى الثمرة غالبا على أربع بذور، مبكر النضج.

ب-الصنف var. *vulgaris* طراز أسبانى مثل Natal common، غزير الإنتاج، قليل الاحتياجات، تحتوى الثمرة غالبا على بذرتين، تبلغ فترة نموه الخضرى حوالى ٤,٥ أشهر.

يتضح مما تقدم، أن الأصناف تتباين بصورة ملحوظة فى طبيعة نموها، بعضها قائم والبعض الآخر مفترش ذو سيقان جارية Runners. يعتبر هذا التصنيف عظيم الأهمية لمربى النبات نظرا لأن الهجن الناتجة بين أفراد كل من تحت النوعين *fastigiata, hypogaea* تكون خصبة جزئيا فقط.

يعتبر الفول السودانى من أهم نباتات الغذاء فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية، نظرا للقيمة الغذائية العالية لبذوره ذات الطعم المرغوب. يزرع فى جميع قارات العالم حيث يتوزع إنتاجه فيها على النحو التالى: آسيا

(٧,٩)، إفريقيا (٥,٥)، وأمريكا (٢,٩) مليون طن. تعتبر الهند أكبر منتج للفول السودانى حيث بلغ متوسط إنتاجها السنوى من الثمار غير المقشورة ٦ مليـون طن، يليها الصين (٢,٧)، نيجيريا (١,٨) ثم الولايات المتحدة الأمريكيـة (١,٥) مليون طن. يستهلك الجزء الأكبر من الإنتاج فى الدول المنتجة، غير ان بعـض منتجات الفول السودانى تمثل جوانب تصديرية هامة لبعض دول غرب إفريقيا. مثلا، بلغت صادرات السنغال عام ١٩٧٢ ما مقـداره ٢٣٠٠٠٠ طـن زيـت، ٣٣١٠٠٠ طن بقايا عصر البذور، فى حين تبلغ صـادرات نيجيريـا السنوية حوالى ١٠٠٠٠٠ طن زيت، ١٠٠٠٠٠ طن ثمار مقشورة.

الشكل الخارجى وطبيعة النمو:

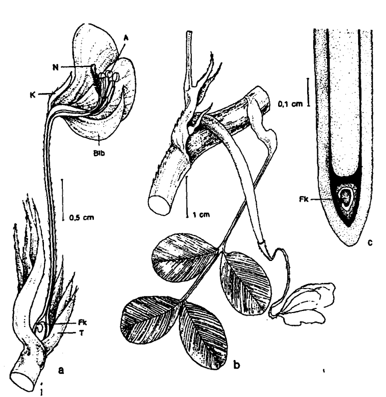
أوراق نبات الفول السودانى مركبة ريشية، تكسوها شـعيرات دقيقـة. تحتوى البشرة العليا للورقة على خلايا كبيرة الحجم، يرجح احتواؤها على دباغ. توجد طبقة من صف واحد من خلايا بارنكيمية مخزنة للماء تقع إلى الداخل من البشرة السفلى للورقة.

تتكون معظم الأزهار قريبا من قاعدة الأفرع، تحمل إما مفردة أو فـى تجمعات من ثلاث أزهار أو أكثر، على أعناق قـصيرة، تتكـشف فـى آبـاط الأوراق. تتلقح الأزهار غالبا، ذاتيا.

من الصفات البارزة فى نبات الفول السودانى أن أعناق الأزهار تنمو بعد الإخصاب فى اتجاه التربة لكى تدفن فيها مبايض الأزهار المخصبة وذلك علـى عمق بوصة واحدة أو بوصتين. ترجع إستطالة عنق الزهرة إلى طبيعـة نمـو حامل المبيض Gynophore الذى يوجد لدى قمته مرسيتم بينى Intercalary meristem (شكل ١٥). يوصف هذا الحامل بأنه ذو انتحاء أرضـى موجـب، ويتكشف ناميا فى اتجاه سطح التربة نتيجة نشاط المرسيتم البينى. تبدأ الثمرة فى النمو حينما تصل قمة حامل المبيض إلى عمقها النهائى (١٠-١٥سم) تحت سطح التربة ثم تتجه إلى النمو الأفقى نتيجة فقدان الحامل الكربلى لخاصـية إنتحائـه

الأرضى. خلال نضج الثمرة تحت سطح التربـــة، يغطـــى غلافهـــا بـــشعيرات قصيرة، كما تصبح جدر خلايا البشرة ملجننة. جـــدير بالـــذكر، أن الـــشعيرات الموجودة على حامل المبيض تقوم بوظيفة امتصاص العناصر الغذائية من التربة خلال فترة تطور الثمرة بها.

الثمرة قرن غير منفتحة، غلافها ليفى، تحتوى عادة على بذرتين، تتميز بوجود اختناق واضح على سطحها، بين مواقع البـــذور، دون تكـــون حـــواجز عرضية. البذور غير اندوسبرمية، تغطى بقصرة رقيقة ذات لون بنى محمـــر. يؤدى فشل الحامل الكربلى فى اختراق التربة إلى عدم تطور الثمرة وتوقفها عن النمو.



شكل (١٥): نبات الفول السودانى

a قطاع طولى فى زهرة b حامل المبيض T قنابة Fk مبيض K كأس

Blb بتلات A متوك N ميسم c قطاع طولى فى قمة حامل المبيض

الاحتياجات البيئية:

يتحدد نمو وتطور الفول السودانى بصفة رئيسية مـــن خـــلال درجـــة الحرارة السائدة أثناء فصل النمو. تبلغ درجة الحرارة المثلى للإنبات ٣٠°م فـــى حين يناسب النمو الخضرى ٢٧°م. تؤدى درجة الحرارة المنخفضة (١٥°م) إلى الإضرار بالنباتات حيث يتسبب ذلك فى إصـــفرارها خاصـــة فـــى الأصـــناف الحساسة. ولذلك تمتد زراعة الفول السودانى إلى نصف الكرة الشمالى إســـتثناءا (جنوب روسيا وشرق آسيا). إحتياجات الفول السودانى من ضوء الشمس ليست عالية جدا، ولذلك يزرع غالبا فى إفريقيا فى صورة مختلطة مع الـــذرة وتحـــت نخيل الزيت. ينظر إلى الفول السودانى على أنه مقاوم، نوعا ما، للجفاف نظـــرا لتطور مجموعة الجذرى، السريع والعميق فى التربة.

فى حالة الأصناف مبكرة النضج تكفى كمية أمطار سنوية تتراوح بـــين ٢٥٠ – ٣٠٠مم خلال فترة النمو الخضرى. وعموما تكفى كمية أمطار ســـنوية مقدارها ٥٠٠ مم للزراعة الجيدة.

يجب أن تكون التربة خفيفة، جيدة التهويـــة والـــصرف، إذ أن الأرض الثقيلة أو تلك التى تميل إلى التماسك تعتبر غير مناسبة ســـواء لنمـــو وتطـــور الحامل الكربلى فى التربة أو لإتمام عملية الحصاد. ينبغـــى أن تكـــون درجـــة حموضة التربة فى حدود pH ٧,٥-٦,٢، نظرا لأن الأرض الحامضية تـــؤدى على عدم توازن إمتصاص العناصر المغذية، فضلا عن إعاقة عمليـــة تثبيـــت النيتروجين الجوى بواسطة بكتيريا العقد الجذريـــة. توصـــف عمليـــة تثبيـــت النيتروجين الجوى بواسطة بكتيريا العقد الجذرية فى الفول السودانى بأنها نشطة جدا وذلك فى حالة توفر ظروف نمو ملائمة، إلى الدرجة التى لا يحتاج الأمـــر معها إلى إضافة سماد نتروجينى.

تجدر الإشارة إلى أنه يجب مراعاة عدم زراعة الفول السودانى من جديد بعد محصول فول سودانى سابق، بل يجب الإنتظار فترة ثلاث ســـنوات علـــى

الأقل بعد زراعته لكى يزرع من جديد فى نفس الأرض، وبالتالى يحتاج الأمـــر إتباع نظام دورة زراعية، يزرع خلالها الفول السودانى مرة كل ثلاث ســنوات يتبادل فيها مع القطن والذرة مثلا.

المحصول:

فى حالة توفر ظروف مناسبة، يمكن للأصناف غزيرة المحصول إنتاج ما مقداره ٥ طن ثمار للهكتار، إلا أنه من المألوف أن يكون المحصول أقل من ذلك، حيث يبلغ المتوسط العالمى ٠,٩ طن للهكتار، أما فى الهند، أكبـــر دولـــة منتجة، فإن متوسط المحصول يبلغ ٠,٨ طن للهكتار. يبلغ مقدار الفاقد عند تقشير الثمار حوالى ٣٠%. تتراوح نسبة ما تحتويه بذور الطعام من الزيت بين ٣٨-٤٧%، فى حين تتراوح فى بذور الزيت بين ٤٧-٥٥%، ونسبة البروتين بـــين ٢٤-٣٥% بينما تكون نسبة السكر والنشا قليلة إذ تتراوح بين ٣-٨%. تتميـــز البذور بإرتفاع محتواها من فيتامينات B و E. ينتمى زيت الفول السودانى إلـــى مجموعة حمض الأوليك.

الأهمية الإقتصادية:

يستغل فقط حوالى نصف الإنتاج العالمى (١٦,٥ مليون طن ثمار غيـــر مقشورة) لاستخلاص الزيت. يمتاز زيت الفول السودانى بملاءمة وجودة صفاته وصلاحيتها كزيت سلاطة وزيت للطهى فضلا عن الاستفادة به فـــى صـــناعة المرجرين. فى أمريكا يستغل أكثر من نصف إنتاج الفول السودانى لإنتاج زبـــد الفول السودانى، حيث تطحن البذور ويستبعد منهـــا قـــصرة البـــذرة والجـــذير والريشة، ثم تعامل بجلسريد أحادى وثنائى بهدف تجانسها. كما أمكن أيضا فـــى دول أخرى الإستفادة من زبد الفول السودانى فى بعض التحضيرات والأغراض الصناعية بعد إضافة مركبات عطرية إليها (على سبيل المثال: الكاكاو). جـــدير بالذكر، أن أنواع الزيت الرديئة تستعمل فى صناعة بعض أنواع الصابون.

يستفاد من جزء كبير من البذور للتغنية فى صـــورة مملحـــة أو بعــد تحميصها، كما يستفاد أيضا من جزء كبير من البذور بعد إعدادها فـــى صـــور مختلفة من الحلوى أو معبأة بصورة مماثلة لبذور اللوز.

تحتوى بقايا البذور المتخلفة بعد استخلاص الزيت على بـــروتين ســـهل الهضم تتراوح نسبته بين ٤٠-٥٠%، ويتميز بمحتوى عال من حمض سيستين Cystine. يعتبر دقيق بقايا البذور ملائما للتغذية البشرية، وكثيرا ما يستفاد منه فى عمل التحضيرات الغذائية الغنية بالبروتين.

يستفاد من غلاف الثمرة فى صناعة علائق الحيوانات، وكمادة وقـــود، وفى إعداد بعض أنواع الألياف، كما تستعمل كسماد.

عباد الشمس Sunflower

نبات عباد الشمس .*Helianthus annuus* L ينتمى إلى العائلة المركبة *Asteraceae*، ويعتبر المحصول العالمى الوحيد الذى يرجع فى نـــشأته إلـــى الولايات المتحدة الأمريكية. يمثل عباد الشمس ثانى أهم نباتات الزيوت بعد فول الصويا، وتعتبر زيوته أهم زيوت الطعام والسلاطة على الإطلاق. تمكن الروس خلال برامج التربية من زيادة محتوى ثمار عباد الشمس من الزيت إلى ٥٠%، ليس هذا فقط، بل استطاعوا أيضا تغيير طبيعة نمو النبات بحيث أصبح ارتفاعه يتراوح بين ٩٠-١٥٠سم، الأمر الذى ييسر عملية الحصاد بطريقة آلية.

تعتبر دول الكومنولث الروسى اكبر دول العالم إنتاجا لعباد الشمس حيث بلغ إجمالى إنتاجها السنوى عام ١٩٧٢ ما مقداره ٥ مليون طـــن إرتفـــع عـــام ١٩٧٣ إلى ٧,٣ مليون طن، تليها رومانيا (٠,٩)، والأرجنتين (٠,٨)، وتركيـــا (٠,٦)، وبلغاريا (٠,٥) ثم الولايات المتحدة الأمريكية (٠,٣) مليون طن.

يتم تصدير كل من البذور والزيت ثم بقايا استخلاص الزيت، إذ يبلغ ما تم تصديره من بذور عباد الشمس عام ١٩٧٢ ما مقداره ٥١١٠٠٠ طن علـــى

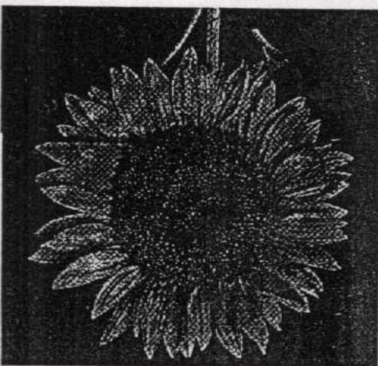
مستوى العالم، وتأتى الولايات المتحدة الأمريكية فى مقدمة الدول المصدرة يليها بلغاريا ثم دول الكومنولث الروسى وصلت كمية الزيت المصدرة عالميا إلى ٦٦٢٠٠٠ طن، ينتمى أكثر من نصفها إلى دول الكومنولث الروسى، فى حين تصدر كل من رومانيا والمجر وبلغاريا كميات قليلة. أما بقايا البذور التى تم استخلاص زيوتها فقد بلغت الكمية المصدرة منها ٤١٩٠٠٠ طن على مستوى العالم، تصدر منها الأرجنتين ٢٥٤٠٠٠ طن وتركيا ١١٣٠٠٠ طن.

نبات عباد الشمس حولى، ساقه قائمة، متخشبة، تكسوها شعيرات كثيفة خشنة نوعا. يتراوح ارتفاع النبات بين ٤-١٠ أقدام أو أكثر تبعا للصنف. الأوراق متبادلة، كبيرة، يوجد عليها شعيرات خشنة. توجد أزهار عباد الشمس فى نورات هامة Capitula (شكل ١٦)، تحمل فى نهاية الساق الأصلية بالإضافة إلى الأفرع الجانبية. النورة كبيرة الحجم، قد يصل قطرها إلى ١٥ بوصة. تغلف النورة بعدة قنابات، تترتب فى ثلاثة صفوف، يطلق عليها معا قلافة Involucre. تتركب النورة من نوعين من الأزهار:

أ- أزهار شعاعية Ray Florets وهى عقيمة، تترتب فى صف واحد حول محيط النورة، بتلاتها صفراء اللون، شريطية الشكل، تساعد فى جذب الحشرات لإتمام عملية التلقيح.

ب-أزهار قرصية Disc Florets وهى خنثى، ذات لون بنى، كثيرة الغدد، تترتب فى نظام حلزونى على قمة محور النورة. تتضح الأزهار القرصية تدريجيا من الخارج فى اتجاه الداخل نظرا لأن محور النورة غير محدود النمو. التويج أنبوبى Tubular يتركب من خمس بتلات ملتحمة. الطلع مكون من خمس أسدية ملتحمة المتوك Syngenesious بينما الخيوط سائبة، وهى أسدية فوق بتلية Epipetalous. يتركب المتاع من كربلتين ملتحمتين، والمبيض ذو مسكن واحد يحتوى على بويضة واحدة. القلم طويل

اسطوانى الشكل، يتفرع عند قمته إلى فرعين، يحمل كلا منهما على سطحه العلوى ميسما مثلث الشكل تقريبا.



شكل (١٦): نورة عباد الشمس

تنضج متوك الأسدية وتنتشر حبوب اللقاح قبل نضج المياسم، لذا فإن التلقيح خلطى بالحشرات. يعتبر عدم إتمام التلقيح عاملا محددا وهاما فى إنتاج بذور عباد الشمس، حيث أنه كثيرا ما تكون بعض الثمار عقيمة أى خالية من البذور فى بعض مناطق الإنتاج.

الثمرة بسيطة، جافة غير منفتحة، سبسلاء cepsella، ذات بذرة واحدة، غير اندوسبرمية. يبلغ طول الثمرة حوالى نصف بوصة، ذات قاعدة مدببة نوعا، وطرف متسع ومستدير، يوجد على سطحها ٢-٥ خطوط طولية. تتفاوت ثمار الأصناف المختلفة فى اللون بين الأسود والأبيض والبنى.

الاحتياجات البيئية:

يتوقف تطور عباد الشمس ونموه إلى حد كبير على درجة الحرارة. تتميز مناطق زراعته بظروف الصيف القصير والحار. تنجح زراعة نبات عباد الشمس فى مناطق تتجاوز خط عرض ٥٠°، إذ يمكنه النمو والتطور بنجاح فى جميع المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية التى لا تمطر فيها كثيرا خاصة أثناء

الإزهار وعقد الثمار. تنضج الأصناف الروسية فى الدول الحارة خــلال فتــرة تتراوح بين ٢,٥-٣ أشهر بعد الزراعة، وتحتاج إلى كمية أمطار سنوية مقدارها حوالى ٢٥٠ مم. تصلح جميع أنواع الأراضى لزراعة عبــاد الــشمس، إلا أن درجة حموضة التربة ينبغى ألا تقل عن ٦ pH.

المحصول:

تتروا‌ح إنتاجية الأصناف الروسية عادة بين ١,٥ – ٢ طن للهكتــار، إلا انه فى حالة توفر ظروف مناسبة للنمو يمكن الوصول بالمحصول إلى ٤ طــن للهكتار، بل يتجاوز المحصول أكثر من ذلك فى حالــة الأصــناف ذات النمــو الغزير والتى تتراوح فترة نموها الخضرى بين ٤-٤,٥ أشهر.

تحتوى البذور على حوالى ٣٢-٤٥% زيت، ينتمى إلى مجموعة حمض لينوليك، حيث يبلغ محتواه من هذا الحامض فى المتوسط ٥٨ – ٦٧%. يتــأثر تركيب الزيت الكيماوى وبصورة ملحوظة، بدرجة الحرارة السائدة خلال تطور الثمرة، إذ يتطلب الحصول على أعلى محتوى للزيت من حمض لينوليك (٧٧%) توفر ظروف باردة، فى حين تؤدى درجات الحرارة العالية جــدا إلــى خفــض محتوى الزيت من هذا الحامض إلى ٢٠% فقط.

الأهمية الإقتصادية:

- يعتبر عباد الشمس المستخلص بالعصر البارد من زيــوت الــسلاطة عاليــة القيمة. يستفاد من الزيت قليل الجودة فى بعض الأغراض الــصناعية مثــل صناعة البويات. كما يستعمل الزيت فى طبخ الأطعمة وصناعة مستحضرات التجميل والصابون. فى شرق أوروبا، تؤكل محتويات البذور مباشرة أو بعد تحميصها وتمليحها خاصة بذور الأصناف كبيرة الحجم.
- يستفاد من بذور الأصناف الفقيرة فى محتواها من الزيت فى تغذية الطيــور والدواجن.

- يستفاد من بقايا البذور المتخلفة بعد استخلاص الزيت كعلف للحيوانات عالى القيمة، حيث يحتوى على بروتين تبلغ نسبته ٤٠% ويتميز بانخفاض محتواه من حمض ليسين Lysine.
- تصلح قصرة البذرة كمادة وقود، وكمادة مالئة فى علائق الحيوانات.
- يصلح عباد الشمس كعلف أخضر جيد يمكن أن يجهز منه السيلاج، فضلا عن صلاحية النورات الخالية من بذورها لتغذية الماشية.
- يمكن الاستفادة من سيقان النباتات لاستخلاص لب الورق.

السمسم Sesame

ينتمى السمسم *Sesamum indicum* L. إلى العائلة السمسمية *Pedaliaceae*، موطنه الأصلى المنطقة الممطرة صيفا من إفريقيا الإستوائية، حيث انتقل منها مبكرا إلى الهند والصين ووسط آسيا. يطلق عليه محليا عدة مسميات مثل til, gingelly فى الهند، sim-sim فى الدول العربية وشرق إفريقيا، benniseed فى نيجيريا. تتباين أصناف السمسم من حيث شكل الأوراق، وارتفاع النبات (٠,٣ - ٢ متر)، وحجم البذور ولونها.

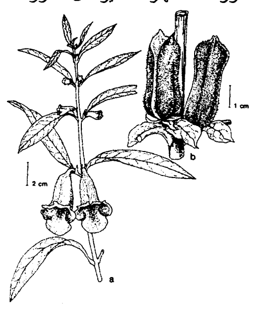
بلغ الإنتاج العالمى عام ١٩٧٢ حوالى ١,٩ مليون طن من البذور، وتعتبر الهند فى مقدمة الدول المنتجة للسمسم حيث بلغ إنتاجها عام ١٩٧٢ حوالى ٣٥٥ مليون طن وفى عام ١٩٧٣ حوالى ٤٨٥ مليون طن تليها السودان (٣٦٣)، والصين (٣٥٣)، والمكسيك (١٣٩)، وإثيوبيا (١٠٥) ثم بورما (٧١) عام ١٩٧٢، (١٢٢) عام ١٩٧٣. تمثل كمية البذور التى يتم تصديرها ((٠,١) فقط من الإنتاج الكلى، إذ أن البذور فقط هى التى يتم تصديرها بكميات ملموسة، وتعتبر السودان أكبر مصدر لها تليها إثيوبيا، حيث بلغ مقدار ما تصدره كل منهما عام ١٩٧٣ (٩٢، ٧٣ مليون طن) على التوالى.

الشكل الخارجي للنبات:

نبات السمسم حولى، ساقه قائمة، قليلة الأفرع، يصل طولها إلى حوالى ٤ قدم أو أكثر، تكسوها شعيرات غدية، رباعية التضليع فى القطاع العرضى. الأوراق بسيطة، عديمة الأذنات، تتميز بوجود نسيج عمادى تجاه كل من سطحيها العلوى والسفلى. تتراوح فترة النمو الخضرى غالبا بين ٣-٤ أشهر.

تحمل الأزهار مفردة أو فى مجموعات فى آباط الأوراق العليا. الزهرة وحيدة التناظر، ذات كأس يتركب من خمس سبلات ملتحمة عند القاعدة، تكسوها شعيرات دقيقة. التويج شفوى، تتركب الشفة العليا من بتلتين بينما تكون السفلى مدلاة وتتركب من ثلاث بتلات، أبيض اللون يتميز بوجود علامات حمراء على سطحه الداخلى تكسوه شعيرات رقيقة. الطلع عبارة عن أربع أسدية فوق بتلية، يمتد موصل المتك مكونا تركيبا منتفخا على شكل منقار. المتاع يتركب من كربلتين ملتحمتين والمبيض ذو مسكنين، تكسوه شعيرات غدية، يقسم كل مسكن بحاجز كاذب نتيجة نمو المشيمة الجدارية، وبالتالى يصبح المبيض مكونا من أربع مساكن بها عديد من البويضات. القلم طويل ينتهى بميسمين. تتلقح الأزهار عادة، ذاتيا. الثمرة علبة capsule، تتفتح من خلال ثقبين عند قمتها، وهى مستطيلة الشكل، ذات أربعة تجاويف طولية عميقة، لها منقار طرفى مثلث الشكل، يبلغ طولها حوالى بوصة (شكل ١٧) تحتوى الثمرة على عديد من بذور ذات لون أبيض مصفر، أو بنى داكن، صغيرة الحجم حيث يتراوح طولها بين ١,٥-٤,٥مم بمتوسط حوالى ٣مم، وعرضها حوالى ٢مم، وسمكها حوالى ١مم. تتميز البذرة بوجود أربعة خطوط طولية على سطحيها المستويين: توجد السرة عند طرف البذرة المدبب. جنين البذرة كبير ومستقيم، يحيط به إندوسبرم زيتى رقيق جدا.

بالنسبة للإحتياجات المائية ودرجة خصوبة التربة يعتبر نبات السمسم محدود الاحتياجات مقارنة بنبات الفول السودانى. غالبية أصناف السمسم محايدة ضوئيا، إلا أنه توجد بعض الطرز ذات النهار القصير مثل الطرز الشتوية فى الهند.



شكل (١٧): نبات السمسم

a قمة المجموع الخضرى b ثمرة ناضجة

المحصول:

تعتبر إنتاجية السمسم منخفضة، إذ تتراوح عادة بـيم ٣٥٠ – ٥٠٠ كيلوجرام للهكتار، نظرا لأن الزراعة غالبا ما تكون فى أراضى فقيرة فى المناطق الجافة وبدون تسميد، أما فى حالة العناية بالزراعة وخدمة النباتات جيدا، كما فى فنزويلا والمكسيك والولايات المتحدة الأمريكية، فقد أمكن تحقيق محصول يتراوح بين ١–٢ طن للهكتار، بل وأمكن الوصول بالإنتاجية تحت نظام الرى فى مناطق البحوث إلى أكثر من ٢,٥ طن للهكتار.

يحصل على الزيت من البذور بواسطة العصر، ويعتبر أغلى زيوت الطعام سعرا. تبلغ نسبة الزيت فى البذور ٥٠%، حيث يتوزع الزيت فى كل أنسجة الجنين والإندوسبرم.كما تحتوى البذور على حوالى ١٥-٢٠% بروتينات نظرا

لاحتواء الجنين والإندوسبرم على حبيبات أليرون صغيرة يتراوح قطرها بين٢-١٠ميكرون. تحتوى البذور أيضا على مواد مخاطية يبلغ مقدارها حوالى ٤%.

الأهمية الإقتصادية:

يتميز زيت السمسم بطعم جيد فضلا عن صلاحيته الجيدة للتخزين نظرا لاحتوائه على مواد متبلورة مضادة للأكسدة مثل Sesamolin, Sesamin. يحتوى الزيت على حمض لينوليك بنسب تتراوح بين ٣٥-٤٧%، ويصنف على اعتبار أنه يقع على الحدود الفاصلة بين مجموعتى حمض الأوليك وحمض اللينوليك، ويستفاد منه فى أغراض التغذية وصناعة الصابون. يستغل جزء صغير فقط من إنتاج البذور لاستخلاص الزيت. تعتبر الطحينة من المنتجات الهامة التى يتم تجهيزها من بذور السمسم منزوعة القصرة، وذلك فى الدول المنتجة، كما نستغل البذور المقشورة فى صناعة الحلاوة الطحينية والفطائر والتوابل وكذلك العقاقير الطبية.

ينظر إلى السمسم فى مصر ووسط آسيا على أنه محصول بذور أكثر من كونه محصولا زيتيا. تحتوى البقايا المتخلفة من البذور بعد استخلاص الزيت على ٣٥% بروتين يتميز بارتفاع محتواه من الحمض الأمينى ميثونين Methionine، وبالتالى يمثل مصدراً لبروتين ذو قيمة بيولوجية عالية، الأمر الذى يجعله مادة علف عالية القيمة للحيوانات تحتوى أيضا على كالسيوم وفوسفور.

يعتبر الزيت المستخلص من البذور غير المقشورة مصدراً للإضاءة فى الهند والصين وبعض الدول الإفريقية. تحتوى بقايا البذور غير المقشورة بعد استخلاص زيوتها على كثير من الألياف وتعتبر صالحة للتغذية البشرية.

فى غرب إفريقيا تستعمل قمم الأفرع والأوراق الحديثة كنوع من الخضر، كما تستخدم سيقان النباتات كوقود، ونظرا لاحتواء الرماد على نسبة من الفوسفور فإنه يصلح كسماد.

القرطم safflower

ينتمى نبات القرطم .*Carthamus tinctorius* L إلى العائلة المركبــة *Asteraceae*، ويعتبر من المحاصيل القديمة جدا، حيث يزرع منذ عدة قــرون فى كل من الهند والشرق الأوسط وشرق إفريقيا، ولا يزال يــزرع فــى الهنــد والصين وغيرها من دول الشرق الأقصى حيث موطنه الأصلى.

لا ترجع أهمية هذا النبات كمصدر للزيت فقط، وإنمــا لكونــه ايــضا مصدرا للصبغة البرتقالية التى تستخرج من أوراقه الزهرية، وتستعمل لإكساب بعض الأطعمة لونا مميزا فضلا عن صبغ الأقمشة. لقد اكتسب القرطم بعد عام ١٩٤٨ أهمية اقتصادية عالمية من خلال برامج التربية الأمريكية، خاصة بعــد التعرف على القيمة الطبية لحمض لينوليك، الأمر الذى لفت الأنظار إلى أهميــة الزيت الذى يبلغ محتواه من هذا الحامض الدهنى ٧٣-٧٩%. تبلغ نسبة الزيــت فى ثمار الأصناف الجديدة ٣٦- ٤٨%، وفى قصرة البذرة ١٨-٣٠%.

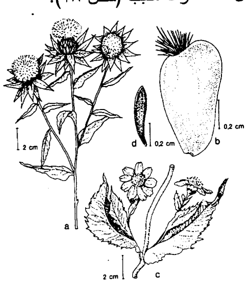
بلغ الإنتاج العالمى من ثمار القرطم عام ١٩٧٢ حوالى ٧١٣٠٠٠ طن، وتعتبر المكسيك أكثر الدول إنتاجا (٣١٥٠٠٠) تليهــا الولايــات المتحــدة الأمريكيــة (٢١٠٠٠٠)، الهند (١٣١٠٠٠) ثم إثيوبيا (٣٨٠٠٠) طن.

الاحتياجات البيئية:

تتحقق أعلى إنتاجية من ثمار القرطم فى مناخ البحر المتوسط وفى ظل ظروف الزراعة بنظام الرى. يعتبر القرطم مقاوم للجفــاف نظــرا لمجموعــه الجذرى الذى يتعمق كثيرا فى التربة، وتكفى كمية أمطار سنوية مقدارها ٣٠٠مم للحصول على نمو جيد من الزراعة وحتى الإزهار. يوصف نبات القرطم أيضا بأنه مقاوم للملوحة، وهذه خاصية مفيدة للزراعة تحت نظام الرى. تتراوح فترة النمو الخضرى بين ٤-٥ أشهر وقد تزيد عن ذلك فى المناطق الباردة.

الشكل الخارجى للنبات:

نبات القرطم عشبى، غزير التفرع، حولى، أوراقه بسيطة، متبادلة، ذات حافة شوكية نوعا. النورة هامة capitulum، ينتج عن ازهارها القرصية ثمارا تعرف نباتيا باسم فقيرة achene تحتوى الثمرة على بذرة واحدة، بيضاء اللون عادة، مستطيلة الشكل ذات طرف مدبب (شكل ١٨).



شكل (١٨): نبات القرطم: a فرع مزهر b ثمرة c فرع خضرى يحمل أزهار d ثمرة

المحصول:

يتراوح متوسط المحصول عالميا بين ٠,٧- ٠,٨ طن للهكتار، أما فى الهند فإن المحصول يتراوح بين ٠,٢- ٠,٣ طن للهكتار، وفى الولايات المتحدة الأمريكية (بدون رى) بين ٠,٤- ١,٧ طن للهكتار، ٢,٨ – ٤,٥ طن للهكتار تحت نظام الرى مع التسميد الجيد.

الأهمية الاقتصادية:

تتراوح نسبة الزيت فى البذور بين ٢٤- ٣٦%، يستخلص منها حوالى ٣٠%، يحتوى الزيت على نسبة مرتفعة من حمض لينوليك (٧٣-٧٩%) وهى أعلى نسبة فى الزيوت النباتية. يقل محتوى الزيت إلى حد كبير من حمض لينولينك وقد يختفى منه كلية.

يعتبر زيت القرطم من زيوت الطعام الجيدة والتى تستخدم فى كثير من الأغراض. ونظرا لأن من الزيوت الجيدة المجفافة والتى تجف ببطء، وتتميز بلون لا يتحول داكنا بمرور الوقت، فإنه يكون مفيدا فى إنتاج البويات فاتحة اللون والورنيشات. تحتوى بقايا الثمار المتخلفة بعد استخلاص الزيت على حوالى ٤٠% بروتين، يستفاد منها فى علائق الحيوانات. أما بقايا الثمار المقشورة فإنها تعتبر ملائمة للتغذية البشرية. تستعمل البذور المحمصة أحيانا للأكل، كما يستفاد من الأفرع الحديثةللنبات كنوع من الخضر. وبوجه عام، يمكن الاستفادة من جميع أعضاء النبات فى علائق الحيوانات.

شجرة الزيتون olive tree

نبات الزيتون *Olea europaea* L. ينتمى إلى عائلة الزيتون *Oleaceae*، ويرجع موطنه الصلى إلى حوض البحر المتوسط حيث يزرع بكثرة. ينتج حوالى ٩٨% من الإنتاج العالمى للزيتون فى منطقة حوض البحر المتوسط وآسيا الصغرى. يعتبر إنتاج زيت الزيتون غالبا غير اقتصادى رغم أنه يمثل المرتبة الثامنة من بين الزيوت النباتية فيما يتعلق بإنتاجه السنوى الذى وصل إلى ١,٦ مليون طن زيت. يصدرحوالى ١/٥ الإنتاج العالمى من زيت الزيتون، وتاتى إيطاليا فى مقدمة الدول المستوردة، إذ بلغ مقدار ما قامت باستيراده عام ١٩٧٢ حوالى ١٢٤٠٠٠طن وفى عام ١٩٧٣ حوالى ١٨٧٠٠٠ طن، تليها فرنسا (٣٨٠٠٠) والولايات المتحدة الأمريكية (٣١٠٠٠) ثم البرازيل (١٣٠٠٠) طن، ويرجع ذلك إلى إتباع بعض الشعوب عادات معينة فى طهى الطعام رغم ارتفاع الأسعار، إذ أن سعر زيت الزيتون يفوق ضعف نظيره من زيت الفول السودانى، وحوالى ثلاث مرات سعر زيت عباد الشمس. تعزى عدم جدوى إنتاج زيت الزيتون اقتصاديا إلى انخفاض محصول الزيت، حيث يبلغ متوسط إنتاج الزيت فى دول حوض البحر المتوسط ٤٠٠ كجم للهكتار فى العام.

فضلا عن ذلك، وجود ظاهرة الحمل المتبادل، تكاليف العمل عند جمع المحصول وصعوبة مكافحة الآفات والأمراض التى تصيب أشجار الزيتون. ومن الأساليب المجدية اقتصاديا، ما قامت به تونس من زراعة جديدة لأشجار الزيتون فى منطقة صفاقس بهدف استخلاص الزيت، فضلا عن زراعة الزيتون فى أنواع الأراضى الصخرية التى لا تناسب الزراعات الأخرى. من المفيد أيضا زراعة أصناف الأشجار وافرة الإنتاج والتى تمتاز بثمار كبيرة الحجم، ذات لحم سميك، وهى غالبا منخفضة من حيث محتواها من الزيت، إذ تصلح لإنتاج ثمار زيتون للطعام. فى هذه الحالة تكون تكاليف الإنتاج العالية عاملا محددا، إذ أنه فى أفضل الحالات فى كاليفورنيا أمكن الوصول بالإنتاج إلى ١٢,٥ طن للهكتار. يبلغ الإنتاج العالمى حوالى ٥٠٠٠٠٠طن ثمار سنويا فى حين بلغ إجمالى الكمية التى تم تصديرها عام ١٩٧٢ حوالى ١٦٤٠٠٠ طن على مستوى العالم.

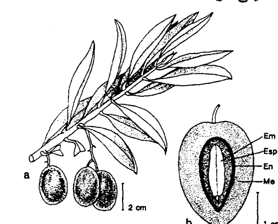
يتم إكثار الزيتون خضريا فقط بواسطة عقل ساقية. فى حالة توفر كمية أمطار كافية تتراوح بين ٤٠٠- ٦٠٠ مم، يمكن زراعة ١٠٠ شجرة زيتون لكل هكتار، أما فى المناطق الجافة التى لا تتجاوز فيها كمية الأمطار السنوية ٢٠٠ مم، يزرع فقط عدد من الأشجار يتراوح بين ١٧- ٢٠ شجرة. تستطيع أشجار الزيتون من خلال مجموعها الجذرى الممتد والمنتشر فى التربة حتى عمق ٦ متر إمتصاص الماء من كمية ضخمة من التربة يصل حجمها إلى ٣٠٠٠م٣.

ثمرة الزيتون حسلة Drupe، ذات بذرة واحدة (شكل ١٩). تنتج الثمرة عن مبيض يتركب من كربلتين ملتحمتين. تكون الثمرة خضراء إذا كانت غير تامة النضج، وحينما تنضج يصبح لونها أرجوانى، ويمتلىء اللحم بالزيت. يتراوح قطر الثمرة بين ٢-٣سم.

للحصول على زيت الزيتون، تفرز الثمار الناضجة وتصنف ثم تجرش فى طواحين خاصة تكفى لتحطيم لحم الثمار فقط دون ان تتكسر الطبقة الداخلية المتخشبة من غلاف الثمرة. يوضع لحم الثمار فى أكياس خشنة مستديرة ذات

أقطار حوالى ٦٠سم وتربط فتحاتها. تكوم الأكياس فوق بعــضها ثـم تعــرض لضغط مناسب باستخدام ضاغط جوى من الصلب يعمل ميكانيكيا. يمرر الزيت الخام الناتج عن الضغط الخفيف إلى أنابيب حيث يخلط بالماء لإزالة الــشوائب والمواد الملونة، يترك حتى ينفصل الزيت عن الماء ثم يرشح. يــسمى الزيــت الناتج من العصر الخفيف بالزيت البكر virgin oil وهو زيت ممتــاز يــصلح للأغراض الطبية. للحصول على زيت من الدرجة الثانية، يعــاد ســحق اللــب المتبقى بعد العصرة الأولى ويمزج بالماء الحار، ثم يعرض لضغط يفوق الضغط الأول. الزيت الناتج يكون أقل جودة من سابقه.

الثفل المتبقى يحتوى على بقايا من زيت، يمكن الحصول عليه باستخدام مذيبات أو ضغط كبير، ويستفاد من هذا الزيت فى صناعة صابون التواليت الذى يلائم بشرة الأطفال حديثى الولادة.



شكل (١٩): نبات الزيتون

a ثمرة مع فرع خضرى b قطاع طولى فى ثمرة Me ميزوكارب

En اندوكارب Em جنين

يحتوى لحم ثمار الزيتــون (الطبقــة الوســطى مــن غــلاف الثمــرة mesocarp) على ٢٣-٦٠% زيت، أما فى أصناف الزيت فإن لحــم الثمــار يحتوى على ٤٠- ٦٠% زيت. يبلغ محتوى البذور من الزيت ١٢-١٥% حيث

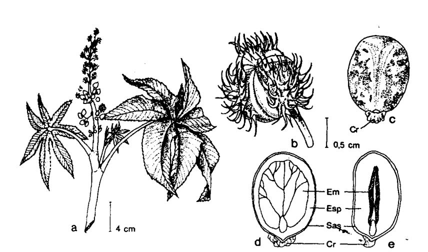
يوجد الزيت فى خلايا كل من الإندوسبرم والجنين. ينتمى زيت كل مـــن لحـــم الثمار والبذور إلى مجموعة حمض الأوليك ويتشابه تركيبهما الكيماوى إلى حـــد كبير (٦٥- ٨٦% حمض أوليك، ٤-١٥% حمض لينوليك).

زيت الزيتون البكر يكون ذا لون أصفر فاتح أو اصفر مخضر، غنـــى بالكاروتين، وهو سائل فى درجة الحرارة العادية، يتحول إلى قوام عجينى عنـــد درجة حرارة ١٠°م ويصبح شبه جامد محبب عند درجة الصفر المئوى. يستفاد من زيت الزيتون فى التغذية والأغراض الطبية وفى تعليب السردين. تـــستخدم بقايا عصر الثمار كوقود لأفران صناعة الخبز أو كسماد.

الخروع castor bean

ينتمى الخـــروع *Ricinus communis* L. إلـــى العائلـــة الـــسوسبية *Euphorbiaceae*، موطنه الأصلى إفريقيا الإستوائية، غير انه يوجـــد حاليـــا منزرعا، أو فى حالة برية فى جميع دول المناطق الحارة.

يتراوح الإنتاج العالمى من بذور الخروع بين ٨٠٠٠٠٠- ٩٠٠٠٠٠طـــن، أو حوالى ٣٥٠٠٠٠ طن زيت. تأتى البرازيل فى مقدمة الدول المنتجة للخروع، إذ بلغ إنتاجها عام ١٩٧٢ محصولا قدره ٢٧٩٠٠٠طن وفى عام ١٩٧٣ حوالى ٣٩٥٠٠٠ طن يليها الهند (١٩٧٢: ١٥٤٠٠٠طـــن، ١٩٧٣: ١٣٦٠٠٠طـــن). يصدر ثلثا الإنتاج العالمى من كل من الزيت والبذور، وتساهم البرازيل بحوالى ٧٠% من إجمالى الكمية المصدرة، إذ بلغ مجموع صادراتها عام ١٩٧٢ مـــن الزيت ١٣٠٠٠٠ طن، تليها الهند بكمية مقدارها ٤٢٠٠٠ طن. تـــصدر بعـــض الدول الأخرى بذورا تصلح للزراعة مثل تايلاند (٢٩٠٠٠طـــن)، والاكـــوادور (٢٠٠٠٠طن)، والصين (١٤٠٠٠ طن).



شكل (٢٠): نبات الخروع

a نورة b ثمرة c بذرة d, e قطاع طولى فى بذرة Esp اندوسبرم

Em جنين Sas قصرة البذرة Cr البسباسة

الخروع شجيرة، قد يصل ارتفاعها إلى أكثر من عشرة أمتار، تصبح ساقها مجوفة بتقدم العمر. تكون الأصناف المنزرعة، غالبا، حولية عندما تزرع فى المناطق الجافة، إذ تعتبر عندئذ ملائمة للزراعة الآلية، حيث يتراوح ارتفاع النبات بين ٦٠-١٢٠سم. يتميز سيقان وأفرع نبات الخروع بأنها محدودة النمو sympodial ، نظرا لتكشف النورات قميا لدى أطراف الساق وأفرعها الجانبية (شكل ٢٠). الأوراق بسيطة، متبادلة عميقة التفصيص الراحى، أعناقها طويلة ذات شعيرات غدية. النورة دالية panicle ، تتركب من أزهار وحيدة الجنس unisexual. فى معظم طرز الخروع توجد الأزهار المؤنثة فى الجزء العلوى من النورة، بينما توجد المذكرة فى جزئها القاعدى. قد يصل طول محور النورة إلى حوالى قدمين. البتلات غائبة، وتحمى الزهرة وهى لا تزال برعما زهريا بواسطة سبلات الكأس. الزهرة المؤنثة ذات مبيض يحتوى على ثلاثة مساكن، بكل منها بويضة واحدة. توجد على سطح المبيض، شعيرات خارجية لحمية خضراء اللون، ذات طرف مدبب، تتطور إلى نموات شوكية مميزة للثمار.

الثمرة رجما Regma ذات ثلاثة مساكن، بكل مسكن بذرة واحدة يتراوح طولها بين ٨-١٥مم. البذرة ذات بسباسة caruncle طرفية واضحة، تحتوى على إندوسبرم زيتى، خالية تقريبا من النشا. تتشق الثمرة فى الطرز البرية عندما تنضج، فى حين تظل غير منفتحة فى الطرز الحديثة، الأمر الذى ييسر إمكانية جمع محصول الثمار مرة واحدة. تحتوى الثمرة على ثلاث بذور، ملساء، ذات لون أسود أو مزركشة باللون الرمادى أو البنى.

الاحتياجات البيئية:

ينتمى الخروع فى نشأته إلى المناطق الاستوائية ذات الأمطار الصيفية، الأمر الذى يوفر له، أفضل ظروف لزراعته. تنجح زراعة الخروع أيضا فى المناطق الممتدة من المنطقة الاستوائية الرطبة إلى المناطق تحت الاستوائية الجافة، حيث تناسبه دائما درجات الحرارة السائدة. تتراوح فترة نموه الخضرى فى مناطق رزاعته بين ٤,٥-٦ أشهر، وتبلغ درجة الحرارة المثلى ٢٠-٢٥°م، إلا ان ارتفاع درجة الحرارة عن ٣٨°م يؤثر سلبا على إنتاج البذور.

يمكن لبعض الأصناف المنزرعة فى المناطق الممطرة صيفا النمو والتطور فى حالة توفر كمية أمطار سنوية مقدارها ٥٠٠مم، غير أن الكمية المثلى تتراوح بين ٧٥٠-١٠٠٠مم. يعتبر الخروع إلى حد ما مقاوما لظروف الجفاف، نظرا لكفاءة مجموعه الجذرى الذى يتعمق كثيرا فى التربة. تؤدى ظروف النهار القصير إلى تأخير الإزهار، ومع ذلك ينظر إلى نبات الخروع على انه قليل الاستجابة لطول الفترة الضوئية. يفضل الخروع الزراعة فى أراضى طميية رملية، جيدة الخدمة، ذات درجة حموضة حوالى ٦ pH، غير أنه يمكن زراعته فى أراضى تتراوح درجة حموضتها بين ٥-٨ pH، وهو لا يتحمل ظروف الملوحة.

المحصول والأهمية الاقتصادية:

يبلغ متوسط محصول الهكتار عالميا ٢/١ طن فقط، غير أنه فى حالـــة توفر ظروف ملائمة للنمو يمكن الوصول بالإنتاجية إلـــى ١- ١,٥ طـــن. فـــى الولايات المتحدة الأمريكية أمكن تحقيق محصول يصل إلى ٣ طن للهكتار وذلك تحت ظروف الزراعة بنظام الرى.

تحتوى البذور على زيت يتراوح بين ٤٢-٥٦%، فضلا عـــن بـــروتين تصل نسبته إلى حوالى ٢٥%.

يحصل على الزيت من البذور الكاملة أو بعد إزالة القـــصرة. تـــصنف البذور تبعا للحجم ثم تجرش فى طواحين خاصة،حيث تـــزال قـــصرة البـــذرة باستخدام تيار هوائى. يستخلص الزيت عن طريق عـــصرالبذور علـــى درجـــة الحرارة العادية، تحت ضغط يتراوح بين ١-٢ طن على البوصة المربعة. يمثل الزيت المتحصل عليه فى هذه المرحلة حوالى ٣٠% من وزن البذور. يرشـــح الزيت ويمرر خلاله بخارعلى درجة حرارة تتراوح بين ٨٠- ١٠٠°م، وذلـــك لتجميد البروتينات وإزالة مادة الريسين ricin السامة، وإنزيم الليبيز lipase الذى يسبب تحلل الزيت وفساده، ثم يعاد ترشيحه ثانية، الأمـــر الـــذى يـــؤدى إلـــى الحصول على زيت ممتاز.

الجزء المتبقى من البذور، بعد استخراج الزيت، يحتوى علـــى حـــوالى ٢٠% زيت، يعاد طحنه ثم يعامل بالبخار ويعصر عند ضغط يقدربحوالى ٣ طن على البوصة المربعة. يرشح الزيت وبالتالى ينتج زيت من الدرجة الثانية. الجزء المتبقى بعد العملية الثانية، يحتوى على حوالى ٨- ١٠% زيت يمكن استخلاصه بالمذيبات العضوية مثل البنزين.

زيت الخروع عديم اللون تقريبا، لزج نوعا، ذو رائحة خفيفـــة، طعمـــه حريف. يذوب زيت الخروع فى كحول الإيثيل المطلق بأى نسبة، متميزا فى ذلك عن أنواع الزيوت النباتية الثابتة الأخرى.

يحتوى زيت الخروع على حمض الريسينول (مشتق هيدروكس لحمض الأوليك) والذى تصل نسبته إلى ٩١-٩٥% من مجموع الأحمـــاض الدهنيـــة، وهوحمض يتميز برابطة زوجية عند ذرة الكربون رقم ٩، ومجموعة أيدروكسيد عند ذرة الكربون رقم ١٢، مما يجعله أنشط كيميائيا من أحماض دهنية اخـــرى. يمكن أن يتحول هذا الحامض إلى حامض دهنى ذو رابطتين زوجيتين متناسقتين عند ذرتى الكربون رقمى ٩، ١١، يتبلمر بسهولة، ولذلك يستعمل كمادة طـــلاء سريعة الجفاف، مثلما هو الحال فى زيوت مجموعة الأحماض الدهنية المتناسقة.

يتحلل حمض Ricinolic acid عند تعرضه لدرجة حـــرارة مقـــدارها ٢٧٥°م وفى وسط قاعدى، مكونا حمض Sebacinic acid الذى يستخدم فـــى تجهيز الألياف الصناعية وبعض الراتنجات، وأوكتانول octanol يـــستفاد منـــه كمذيب، فضلا عن استخدامه فى صناعة العطور. فى حالـــة تقطيـــر حمـــض الريسينول تحت تفريغ، يتكون حمض Undecenylic الذى يدخل فى كثير من التفاعلات الكيماوية، فضلا عن هيبتالدهيد يستفاد منه فى صناعة العطور.

يتميز زيت الخروع باحتفاظه بلزوجته فى درجات الحـــرارة العاليـــة، ولذلك يصلح كوسيلة تزييت وتشحيم للنظم الهيدروليكية (زيت فرامـــل)، كمـــا يستفاد منه فى صناعة المطاط، وصناعة اللدائن، وفى تجهيز بعض الـــصبغات خاصة مستحضرات التجميل، وكذلك ألوان الطباعـــة، وصـــناعة المنـــسوجات. يستخدم الزيت بعد تجفيفه فى صناعة البويات، حيث لا يتغيـــر لونـــه بمـــرور الوقت، كما أن الزيت المستخلص على البارد يستفاد منه فى بعض الأغـــراض الطبية كمسهل طبى. تعتبر بقايا البذور المتخلفة بعد استخلاص الزيوت(الكسب) سامة، لذا يقتصر استعمالها والاستفادة منها كسماد، وكمـــصدر لإنـــزيم ليبيـــز lipase الذى يستخدم تجاريا فى تحليل الزيوت والدهون إلى مكوناتها الأصلية. يستفاد من قصرة البذرة والتى تمثل حوالى ١٧-٢٠% من وزن البذرة، وكذلك

سيقان النباتات كمواد وقود، كما يستخلص من الأوراق أحد المبيدات الحشرية. لب السيقان يستفاد منه فى صناعة صناديق الورق والكرتون.

يمكن الاستفادة من الأوراق الحديثة كنوع من الخضر، وفى حالة تعود الماشية على اوراق الخروع، يمكن استعمالها كمادةعلف رغم محتواها من الريسين Ricin وهو بروتين سام. تعتبر أوراق الخروع مادة العلف الرئيسية لدودة القز.

الكتان Flax

ينتمى نبات الكتان *Linum usitatissimum* L. إلى العائلة الكتانية *Linaceae*، وهى عائلة صغيرة تضم ٥٠٠ نوع. يعتبر الكتان من النباتات القديمة التى وجدت منزرعة فى أواسط أوربا، تهدف زراعته، بصفة أساسية لإنتاج الألياف، غير أنه توجد بعض الطرز التى تستغل لإنتاج كل من الألياف والبذور. تساهم المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية بحوالى نصف الإنتاج العالمى من زيت الكتان. تتميز أصناف بذور الزيت بكثرة تفرعها، فضلا عن وفرة إنتاجها من البذور، مقارنة فى ذلك بنظيرتها المنتجة للألياف. نبات الكتان حولى، سيقانه رفيعة، ناعمة، خضراء اللون، يصل ارتفاعها إلى حوالى ٤ قدم. الأوراق متبادلة، رمحية الشكل. تحمل أزهار النبات فى نورات عنقودية، الزهرة زرقاء اللون، منتظمة، خنثى، خماسية الأوراق الزهرية. يستديم الكأس لحماية الثمرة، الطلع مكون من خمس أسدية منفصلة، والمتاع مكون من خمس كرابل ملتحمة، والمبيض ذو عشرة مساكن، نظرا لأن المساكن الخمسة تكون مقسمة بحواجز كاذبة. الثمرة علبة capsule، كروية الشكل، تنضج محاطة بالكأس المستديم، محززة نوعا، ذات قمة حادة، تحتوى على عشر بذور، وتتفتح عند النضج حاجزيا، وقد تتفتح أيضا مسكنيا.

البذرة بيضاوية الشكل، أحد طرفيها مستدير والآخر مدبب، ذات قصرة لامعة، ملساء ذات لون بنى، يتراوح طولها بين ٥-٦مم. تحتوى خلايا البشرة

الخارجية للقصرة على مواد مخاطية، عبارة عن سكريات عديدة مـــن جلكتـــوز وأرابينوز ورامنوز وزيلوز بالاضافة إلى حمض galacturonic acid، بينمــا توجد المادة الملونة فى خلايا البشرة الداخلية للقصرة. المادة الملونة عبارة عــن جليكوســيدات حامــضية (لينامـــارين linamarin، لينوســتاتين linustatin، نيولينوستاتين neolinustatin). بذور كتان البذور تكون أكبر حجما من نظيرتها فى كتان الألياف. البذرة إندوسبرمية، ذات جنين مستقيم، فلقتا الجنـــين تكونـــان أكثر سمكا من الإندوسبرم الذى يحتوى على زيت وحبيبات أليرون.

يتراوح مقدار الزيت فى البذرة بين ٣٣-٤٣%، والبروتينـــات حـــوالى ٢٣%، فضلا عن كمية مماثلة من الكربوهيدرات. يستخلص زيت الكتـــان مـــن البذور بالضغط وهى ساخنة. يصفى الزيت من المواد المخاطية ثم ينقى . الزيت بنى مصفر، ذو رائحة حادة، تزداد صفاته الجفافية من خلال تسخينه مع كميـــة قليلة من أكسيد الرصاص أو أكسيد المنجنيز على درجة١٢٥°م. ينتمـــى زيـــت الكتان إلى مجموعة حمض لينولينك، ويعرف تجاريا بالزيت الحار.

يعتبر زيت الكتان من أهم الزيوت المستخدمة فـــى صـــناعة البويـــات والورنيشات، نظرا لصفاته الجفافية التى تعزى إلى ارتفاع محتواه من الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل حمض لينولينك وحمض لينوليك. كما يستخد أيضا فى صناعة أنواع الصابون الطرى، وحبر الطباعة، ومشمع أرضيات المنازل.

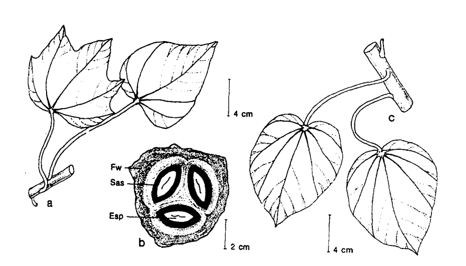
يستفاد من بقايا البذور المتخلفة بعد استخلاص الزيت على الساخن فـــى تغذية الحيوانات، إذ أن عملية التسخين تعوق تكوين حمض prussic acid الذى يتحرر نتيجة تحلل جليكوسيد ليناميرين الموجود فى البـــذور، أمـــا فـــى حالـــة استخلاص الزيت بالضغط البارد، فإن مادة لينامارين تتحلل مكونـــة الحمـــض المذكور، الأمر الذى يكسب هذه البقايا خاصية السمية، وبالتالى لا تصلح كعلائق للحيوانات. تحتوى بقايا البذور المستخلص منها الزيت (الكسب) علـــى حـــوالى ١٢% زيت، ٢٩% بروتين، و٣٠% كربوهيدرات. وبالرغم مما تقدم، يـــستخدم زيت الكتان المستخلص من البذور على البارد فى أغراض التغذية كما هو الحال فى روسيا.

شجرة التانجو Tung Tree

يستخلص زيت التانجو والذى يعرف أيضا بزيت الخشب، مــن بــذور ثلاثة أنواع تابعة لجنس *Aleurites* الـذى ينتمــى إلــى العائلــة الـسوسبية *Euphorbiaceae*، وهى شــجرة التــانجو اليابـــانى *Aleurites cordata* (Thunb.) R.Br.، شــجرة زيــت التــانجو. *Aleurites fordii* Hemsl، *Aleurites montana* (Lour.) Wils. ينتمى زيت التانجو إلــى مجموعــة الأحماض الدهنية المتناسقة، إلا أن زيت بذرة النوع *Aleurites moluccana* (L.) Willd. يختلف فى تركيبه الكيماوى حيث ينتمى إلى مجموعــة حمــض لينولينك ويعتبر من الوجهة الاقتصادية قليل الأهمية. تزرع بعض الأنواع خارج موطنه الأصلى (الــصين) مثــل *Aleurites fordii, Aleurites montana*. يعتبر النوع *Aleurites fordii* أهم الأنواع نظرا لأنه ينتج حوالى ٩٠% مــن زيت التانجو التجارى. بلغ الإنتاج العالمى من زيت التانجو عام ١٩٧٢ حوالى ١٢٣٠٠٠ طن، وتعتبر الصين المنتج الرئيسى له، إذ بلــغ إنتاجهـا الـسنوى ٧٦٠٠٠طن، إلى جانب بعض الـدول المنتجــة الأخــرى، مثــل بــارجواى (٢١٠٠٠طن). والأرجنتين (٢٠٠٠٠طن). تنتج مالاوى حــوالى ٢٠٠٠ طــن سنويا من زيت النوع *Aleurites montana*.

الشكل الخارجى للنبات:

شجرة التانجو متساقطة الأوراق، ويبدأ النوع *Aleurites fordii* فــى تكوين النورات فى بداية الموسم، حيث تتكشف على الأفرع المسنة المتخشبة قبل انفراج الأوراق الخضرية. الثمار ملساء، مستديرة الــشكل. فــى حالــة النــوع *Aleurites montana* تتكشف النورات على الأفرع الحديثة للــسنة الحاليــة، وتتميز الثمار ببروزات واضحة (شكل ٢١). يتباين شكل الأوراق فى كل مــن النوعين بدرجة ملحوظة.



شكل (٢١): شجرة التانجو

a أوراق b قطاع عرضى فى ثمرة *A. montana* c أوراق النوع *A. fordii*

Fw غلاف الثمرة Sas قصرة البذرة Esp إندوسبرم

الاحتياجات البيئية:

يوصف النوع *Aleurites fordii* بأنه ذو ارتفاعات محدودة (٣-٦ متر طولا)، يناسبه المناخ البارد، أى المناطق تحت الاستوائية الممطرة صيفا، مقارنة فى ذلك بالنوع *Aleurites montana* الذى يبلغ ارتفاع أشجاره ١٠-١٢ متر، ويلائمه مناخ الجبال الاستوائية. يحتاج كلا من النوعين خاصة *Aleurites fordii* إلى توفر بعض الشهور ذات الجو الباردللتغلب على سكون البراعم. تستطيع أنواع جنس *Aleurites* تحمل فترة جفاف تتراوح بين ٤-٥ أشهر أثناء فترة تساقط أوراقها دون أن تتعرض لأى ضرر. ينبغى توفر كمية أمطار خلال موسم الأمطار الصيفية تتراوح بين ٧٥٠- ١٠٠٠مم. فى حالة الأرض جيدة الصرف، لا تسبب غزارة الأمطار أى أضرار للنباتات. تفضل الأراضى ذات الحامضية الخفيفة والتى تبلغ درجة حموضتها PH ٦، إذ أنه تحت ظروف الأراضى شديدة الحامضية تحدث صعوبات فى امتصاص بعض العناصر خاصة الزنك والنحاس والمنجنيز.

المحصول والأهمية الاقتصادية:

من المعروف أن عدد الأزهار المؤنثة فى نورات كل من النوعين يكون محدودا وراثيا، لذا، للحصول على إنتاج أوفر، يجب إكثار الأشجار خضريا. تبدأ الأشجار الجيدة فى الحمل خلال العام الثالث، وتصل إلى أعلى محـصول فـى عامها العاشر، تعيش الأشجار عادة حتى عمر ثلاثين عاما، وتنتج الشجرة البالغة محصولا من البذور يتراوح بين ٢-٣ طن للهكتار فى العام. يتـراوح محتـوى البذور من الزيت بين ٤٠-٥٨%. يستخلص الزيت من البـذور عـن طريـق العصر السحورى، بعد نزع قصرتها آليا، ويعتبر من الزيوت عالية الجودة نظرا لصفاته الجفافية، إذ يجف بسرعة مكونا طبقة صلبة غير منفذة للماء، لذا يستفاد منه فى صناعة البويات والورنيشات.

يتبلمر زيت التانجو بالحرارة ويتحول سريعا إلى طبقة متماسكة، الأمـر الذى يكسبه خاصية تنافسية مع زيوت فول الصويا والكتان والخروع (المجفف) فضلا عن منتجات أخرى يتم تجهيزها صناعيا.

تحتوى بقايا البذور المتخلفة بعـد اسـتخلاص الزيـت علـى حـوالى ٢٠-٢٥% بروتين، إلا أن الاستفادة منها تقتصر على استعمالها كـسماد فقـط نظرا لسميتها، كما يستفاد من الأغلفة الثمرية كسماد عضوى.

البروتينات Proteins

تمثل البروتينات النوع الثالث من مواد الغذاء المخزونة، حيث تخزن بصفة رئيسية فى عدد من بذور الغذاء مثل فول الصويا والفول السودانى، كما تخزن بكميات ملحوظة فى بذور أخرى مثل الخروع والقطن، فى حين توجد بكميات قليلة فى حبوب الغلال.

يوضح الجدول التالى النسب المئوية التقريبية لمكونات مواد الغذاء المخزونة فى بعض الحبوب والبذور الجافة.

النوع النباتى	كربوهيدرات٪	زيوت٪	بروتينات
الذرة	٥٠ـ ٧٥	٥	١٠
القمح	٦٠ـ ٧٥	٢	١٣,٦
البازلاء	٣٥ـ ٤٥	٢	٢٠
عباد الشمس	٢	٣٢ـ ٤٥	٣٥
الفول السودانى	١٢ـ ٣١	٤٠ـ ٥٠	٢٥ـ ٣٠

وبصفة عامة، يمكن تقسيم البذور إلى مجموعتين تبعا لنوع المادة المخزنة السائدة بها:

١-بذور، المادة المخزنة السائدة بها عبارة عن كربوهيدرات، مثل حبوب الغلال.

٢-بذور، المادة المخزنة السائدة بها عبارة عن زيت، مثل عباد الشمس والفول السودانى ، أو دهن، مثل نخيل الزيت.

أما البذور الغنية فى محتواها من البروتينات، فإنها تتبع أى من هاتين المجموعتين، باستثناء بذور فول الصويا، حيث لا تعرف بذور سواها، تسود فيها البروتينات على غيرها من المواد المخزنة، إذ تبلغ نسبة البروتينات فى فول الصويا حوالى٤٠% من الوزن الجاف للبذرة، بينما تبلغ نسبته حوالى ١٨%.

البروتينات مواد عضوية معقدة،تتركب من الكربون والأكسجين والأيدروجين والنتروجين، وتحتوى عادة على مقدار ضئيل من الكبريت، ويتميز بعضها بمقدار محدود من الفوسفور. تتنوع البروتينات فى تركيبها الكيماوى وخواصها الطبيعية.

جزيئات البروتينات تكون ذات وزن جزئ مرتفع، تتركب مـــن تكثـف وحدات نتروجينية تسمى الأحماض الأمينية Amino acids. البروتينات تعتبر ذات أهمية بالغة، إذ أنها المكون الأساسى لبروتوبلازم الخلية، بالإضافة إلى أنها تمثل أيضا أحد مصادر الطاقة فى النبات. تتم عملية بناء البروتينات داخل الخلية النباتية فى الريبوسومات Ribosomes.

يختلف نوع ومقدار الأحماض الأمينية تبعا لنوع البروتين فى النبات، كما يوجد هدم وبناء للبروتينات بصفة مستمرة فى جسم النبات. ولكى يستفيد النبات من البروتينات المخزونة، يستلزم الأمر تحللها إلى مكوناتها الأصلية التى تتكون منها وهى الأحماض الأمينية. تتخلق البروتينات نتيجة تكثف عدد من الأحماض الأمينية التى ترتبط معا فى سلسلة ببتيدية بواسطة إنزيمـــات Proteases التـــى توجد بوفرة فى خلايا النبات وذلك بعد عدة عمليات وسطية معقدة.

يمكن تقسيم البروتينات إلى أربع مجموعات على أساس قابليتها للذوبان:

١-الألبيومينات Albumins وهى تذوب فى الماء، ولاتوجدة بوفرة فى النباتات.

٢-الجلوبيولينات Globulins وهى لا تذوب فى الماء، وإنما تذوب فى المحلول الملحى. تنتمى معظم بروتينات النبات إلى هذه المجموعة.

٣-الجلوتيلينات Glutelins وهى لا تذوب فى الماء أو فى المحلول الملحـــى أو الكحول، وإنما تذوب فى الأحماض والقلويات المخففة. يوجد هذا النوع مـــن البروتين فى النباتات.

٤-البرولامينات Prolamins وهى لا تذوب فى الماء أو المحلول الملحى، وإنما تذوب فى الكحول المركز والأحماض والقلويات المخففة. يوجدهذ النوع فقط فى النباتات ذات الفلقة الواحدة.

توجد الجلوتيلينات والبرولامينات بوفرة فى البذور. تكـــاد بـــذور ذوات الفلقتين أن تكون خالية من البرولامينات. أحيانا تكون الجلوتيلنات غير موجودة فى البذور، إلا انها أحيانا أخرى،قد تمثل حوالى ٥٠% من بروتينات بذور ذوات

الفلقتين. ويوضح الجدول التالى المحتوى البروتينى لبعض البذور الجافــة مــن مغطاة البذور:

نوع النبات	البروتين٪	البيومينات٪	جلوبيولينات٪	برولامينات٪	جلوتيلنات٪
القمح	١٥ـ١٠	٥ـ٣	١٠ـ٦	٥٠ـ٤٠	٤٠ـ٣٠
الشعير	١٦ـ١٠	٤ـ٣	٢٠ـ١٠	٤٠ـ٣٥	٤٠ـ٣٥
القرع العسلى	١٢	آثار	١٢	آثار	قليل
التبغ	٣٣	٢٤	٢٦	آثار	٥٠
القطن	٢٠	آثار	٩٠	آثار	١٠

تحتوى البذور، عادة على كمية من الأحماض الأمينية الحرة بالإضــافة إلى البروتينات الموجودة بها. عادة تكون هذه الأحماض الحرة من نفس نوعيــة الأحماض التى يتركب منها جزىء البروتين الموجود فى البذرة، إلا انه أحيانا، توجد أنواع اخرى من الأحماض.

لا يلجأ النبات إلى إستغلال البروتينــات، كمــصدر للطاقــة، إلا عنــد الضرورة القصوى، وبعد أن يستهلك المخزون من الكربوهيــدرات والزيــوت. تخزن البروتينات بدرجة أقل من الكربوهيدرات والزيوت، وهى فقيــرة نــسبيا كمنتج للطاقة، غير أنها أكثر المواد العضوية أهمية فى تكوين البروتوبلازم.

تخزن البروتينات فى النبات فى صورتكتل غير منتظمة الشكل، تملــىء الخلايا كما فى اندوسبرم الحبهان *Elettaria cardamomum*، أو فى صورة أجسام محددة تسمى حبيبات الأليــرون Aleurone grains. تخــزن حبيبــات الأليرون فى البذور، إما فى نسيج معين أو فى جزء منه، أو توجد موزعة فــى خلايا الأنسجة مختلطة مع غيرها من مواد مخزونة. فى إندوسبرم كثيــر مــن حبوب الغلال مثل الذرة والقمح، توجد حبيبات الأليرون محصورة فــى خلايــا طبقة الأليرون المغلفة للإندوسبرم، بينما فى بذور الخروع والكتان توجــد مــع زيت ثابت فى خلايا الجنين والإندوسبرم. فى الفاصوليا والبازلاء، تخزن حبيبات الأليرون مختلطة مع النشا فى فلقتى الجنين، أما فى جوز الطيــب *Myristica fragrans* فإنها توجد مع الزيت والنشا، موزعة فى خلايا الإندوسبرم.

تختلف حبيبات الأليرون فى الحجم والشكل والتركيب، وكثيرا ما تكون مميزة لبذور النوع النباتى أو لبذور عائلة معينة. تكــون كثيــر مــن حبيبــات الأليرون صغيرة الحجم، بسيطة التركيب، عبارة عن حشوة Matrix من بروتين غير متبلور، يحيط بها غشاء من البروتين. يوجد هذا النوع بسيط التركيب فــى كثير من بذور العائلة الفراشية مثل البازلاء والفاصوليا وكذلك فى حبوب الغلال Cereals. يوجد نوع آخر من حبيبات الأليرون المركبة، حيث تحتوى الحبيبــة على أجسام مخزونة، توجد مغمورة فى الحشوة، كما تحاط أيضا بغــشاء مــن البروتين. وبصفة عامة، توجد ثلاثة أنواع من المــواد المخزونــة فــى حبيبــة الأليرون:

أ- بلورة أو أكثر بروتينية، تسمى الجسم شبه البلورى Crystalloid.

ب-بلورة أو أكثر كروية الشكل، تسمى الجسم شبه الكروى Globoid.

جـ-أكسالات الكالسيوم فى صورة بلورات، قد تكون واحدة أو أكثــر نجميــة الشكل، وأحياناً تكون منشورية أو إبرية. يسمى الجسم البروتينــى المتبلــور بالجسم شبه المتبلور، نظرا لأنه يجمع بين صفتى التبلور والحالة الغروية من حيث قدرته على تشرب الماء. أما الجسم شبه الكروى فإنــه يتركــب مــن الكالسيوم والمغنسيوم مع حامض عضوى فوسفورى (فوســفات الكالــسيوم والمغنسيوم).

تحتوى حبيبة الأليرون فى بذرة نباتى الخروع أو الكتان، على جــسم أو إثنين شبه بلوريين مع جسم أو إثنين شبه كرويين. حبيبة الأليرون فى السفرجل *Cydonia oblonga*، تحتوى على جسم شبه كروى فقط أو أكثر، أما فى جوز الطيب فإنه يوجد جسم شبه بلورى وآخر شبه كروى، بالإضافة إلى بلورة نجمية الشكل من أكسالات الكالسيوم. فى كثير من ثمار العائلة الخيميــة *Apiaceae*، تحتوى حبيبة الأليرون على بلورة أو إثنين من أكسالات الكالسيوم بينما لا توجد أى من الأجسام شبه البلورية أو الكروية.

تكون حبيبات الأليرون، عادة، أصغر حجما من كثير من حبيبات النشا. يبلغ قطر حبيبات الأليرون فى الكتان مثلا، حوالى ١٥ ميكرون، وفى الخروع حوالى ١٠ ميكرون، وفى الخروع حوالى ١٠ ميكرون، وفى الخردل الأبيض *Sinapis alba* حوالى ٧,٥ ميكرون.

النباتات المنتجة للبروتينات

يعانى حوالى ثلث سكان العالم من نقص فى إمداد البروتينات، خاصة فى دول المناطق الإستوائية الرطبة، نظرا لأن مواد الغذاء الرئيسية فيها مثل الكسافا والموز، تكون ذات محتوى ضئيل من البروتين، فضلا عن أن كمية البروتين الحيوانى المتاحة تكون غير كافية. عالميا، لا يوجد نقص فى إنتاج البروتين (جدول ٣)، إذ أن الإنتاج السنوى من البروتين الخام النباتى بلغ مقداره ٧٨٤ مليون طن، فى حين تبلغ احتياجات سكان العالم منه حوالى ٧٥ مليون طن، بمتوسط قدره ٥٠ جرام بروتين لكل فرد يوميا.

يستفاد من بروتين النجيليات فقط من خلال الإنتاج الحيوانى، إذ يفقد من بروتين الأعلاف قدرا يتراوح بين ٨٠-٩٥%. توفر المنتجات الزراعية دون سواها إنتاجا من البروتين يفوق احتياجات البشرية (جدول ٣)، على الرغم من انخفاض نسبة المهضوم منه (٥٠%). وكما هو الحال فى مواد الغذاء الأخرى، فإن المشكلة ليست هى الإنتاج، وإنما تكمن فى توزيعه وكيفية الاستفادة منه. بناءا على هذه النظرة الشاملة، تعتبر محاولات تدبير مصادر إضافية للبروتين سواء من البكتيريا أو الفطريات أو الطحالب، ذات أهمية محدودة، نظرا لما تتطلبه مثل هذه المحاولات من استثمارات باهظة التكاليف وعمليات تكنولوجية متعددة.

فى مجال التغذية الحيوانية، تعتبر محاولات الاستفادة بالمخلفات الزراعية (المولاس) فى صناعة الأعلاف، واستخلاص البروتين من أوراق نباتات المناطق الاستوائية الرطبة، استخلاص بروتين الطحالب فى وحدات تنقية المياه، وزراعة بعض الكائنات وحيدة الخلية فى بيئة تتركب من مواد بترولية، ذات مغزى مؤكد فى مجال إنتاج بروتين الأعلاف.

تتباين البروتينات الحقيقية (النقية) فى قيمتها الغذائية، وعند مقارنة البروتين الحيوانى بنظيره النباتى ، نجد أن الأخير يحتوى غالبا على مقادير غير كافية من الأحماض الأمينية الضرورية (ليسين، مثيونين، تربتوفــان، فــالين، ثريــونين، ليوسين، أيزوليوسين، فينايل ألانين).على سبيل المثال، تتميز بروتينات معظــم طرز الذرة بانخفاض محتواها من حمض الليسين، فى حين تتميــز بروتينـــات الفاصوليا بانخفاض محتواها من حمض مثيونين، وبالتالى يمكن تفادى هذا الخطأ عن طريق تجهيز خليط من مواد غذائية مختلفة، إذ يمكن عمل خليط مكون من ٣/١ من بذور الفاصوليا، ٣/٢ من حبوب الذرة لتحقيق أقصى قيمة بيولوجية.

جدول (٣) الإنتاج العالمى من البروتين الخام

المصدر البروتينى	كميــــة الــــبروتين/ مليون/طن/ السنة	**ملاحظات:** محسوبة على أساس مساحة قــدرها ٣١٠٠ مليــون هيكتــار، بمتوسط قدره ٥ طن مادة جافة للهكتار فى العام، ومتوسط محتوى بروتينى قـدره ٤٪		
نباتـــات أعــــلاف النجيليات الطبيعية	٦٠٠			
المنتجات الزراعية	١٨٤			
بروتينات الحيوانات البحرية	٤٠٠			
	١١٨٤			
المجموعة النباتية	الإنتاج العالمى (مليون طن)	متوسط البروتين الخام (٪)	متوســط إنتــاج الــبروتين الخــام (مليون طن)	نــسبة الــبروتين الخام الكلى (٪)
الغلال	١٢٧٣	١٠,٤	١٣٣	٧٢,٤
المحاصيل الدرنية	٥٣٤	١,٧	٩	٤,٩
فول الصويا	٥٣	٣٨	٢٠	١٠,٨
البذور الزيتية الأخرى	٦٣	١٩,٧	١٢	٦,٥
بذور البقوليات	٤٤	٢٣	١٠	٥,٤
البروتين الخام الكلى			١٨٤	

تعتبر الغلال أكبر مصدر لإنتاج البروتين مقارنة فى ذلك بنباتات الغــذاء الأخرى، فى حين أن نباتات البروتين الفعلية (البقوليات) تساهم بقدر صغير فى هذا الشأن. أما نباتات الزيوت فإنها تلعب دورا بالغ الأهمية، خاصة فول الصويا الذى تتميز زيوت بذوره باحتوائها على جميع الأحماض الأمينيــة الــضرورية وبكميات وافرة.

من المستهدف عالميا تحسين مصادر البروتين من خلال تربية واستنباط طرز غلال ذات محتوى مرتفع من البروتين، خاصة تلــك التــى تــزرع فـــى المناطق الاستوائية الرطبة، فضلا عن توفير التسميد النيتروجينى الملائم لنباتات الغلال. ومن أوجه الاستفادة الجديرة بالاهتمام فى هذا الشأن، إســتغلال علاقـــة تبادل المنفعة بين الغلال والبكتيريا المثبتة للنتروجين الجوى. إلى جانب ما تقدم، تمثل الاستفادة من نباتات بذور الزيت أهمية خاصة فى مجال التغذية البروتينية. بالرغم من ان بذور البقوليات تشغل موقعا متأخرا بين النباتات المنتجة للبروتين، إلا أنها تمثل مصدرا هاما فى كثير من الدول لسد العجز فى البــروتين الـــلازم للتغذية البشرية والحيوانية. ويوضح الجدول التالى الإنتاج العالمى مـــن بـــذور البقوليات وكذلك الدول المنتجة الرئيسية:

النوع النباتى	الإنتاج الكلى (مليون طن)	الدول الرئيسية المنتجة	كمية الإنتاج (مليون طن)
Glycine max	٥٢,٠	الولايات المتحدة الأمريكية	٣٤,٩
		الصين	١١,٦٠
Phaseolus spp. +	١٠,٩	البرازيل	٢,٤٠
Vigna spp.		الهند	١,٥٠
		الصين	١,٤٠
		المكسيك	٠,٩٠
Pisum sativum	١٠,٢	الاتحاد الروسى	٤,٧٠
		الصين	٣,٥٠
		الهند	٠,٦٩
		إثيوبيا	٠,١٣
Cicer arietinum	٦,٧	الهند	٥,١٠
Vicia faba	٥,٣	الصين	٣,٥٠
Vicia sativa	٢,٠	الاتحاد الروسى	١,٦٠
Cajanus cajan	١,٧	الهند	١,٦٠
Vigna unguiculata	١,٣	نيجيريا	٠,٩٩
Lens culinaris	١,٢	الهند	٠,٤٢
		إثيوبيا	٠,١١
		تركيا	٠,١١
Lupinus spp.	٠,٨	الاتحاد الروسى	٠,٥٣
Lablab purpureus + *Lathyrus* spp.	٣,٦	الهند	١,٤٠
Trigonella foenum- graecum		كينيا	٠,٢٨
		باكستان	٠,١٩

ينتمى فول الصويا إلى البقوليات المنتجة للبروتين نظرا لمحتوى بذوره العالى الذى قد يصل أحيانا إلى ٥٠% بروتين، كما أن إنتاجه من البذور يفـوق نظيره فى جميع أنواع البقوليات الأخرى مجتمعة، الأمر الذى يكسبه دورا مميزا بين النباتات البقولية وكذلك فى مجال التجارة العالمية. فقد بلغ ما تم تصديره من فول الصويا عام ١٩٧٢ حوالى ١٣,٨ مليون طن، جاء منها ١٢ مليون طن من الولايات المتحدة الأمريكية، فى حين بلغ ما تم تصديره من بذور جميع البقوليات الأخرى ١,٩ مليون طن فقط.

زراعة البقوليات:

تزرع معظم أنواع البقوليات على امتداد نطاق متسع من الظروف البيئية، إلا أن الغالبية العظمى منها تفضل المناخ الدافىء، يستثنى من ذلك كل من العدس والبسلة والفول، إذ لا يناسبها درجات الحرارة العالية، لذا، تزرع فى المواسم الباردة من العام أو على ارتفاعات كبيرة. كما أن الحمص والجلبان والترمس والحلبة، تفضل الزراعة تحت درجات حرارة منخفضة، رغم قدرتها على تحمل حرارة أعلى ممن تتحمله الأنواع الثلاثة سابقة الذكر.

تحتاج معظم البقوليات إلى جو مشمس تماما لكى تحقق محصولا وافرا من البذور، ويعتبر بعضها نباتات نهار قصير، إلا انه توجد بعض الطرز أو الأصناف التى توصف بأنها محايدة ضوئيا مثل اللبلاب واللوبيا وفول الصويا.

يتميز كثير من نباتات بذور البقوليات بأن احتياجاتها المائية ليست عالية، نظرا لتميزها بمجموع جذرى عميق ومنتشر فى التربة،الأمر الذى يجعلها مقاومة للجفاف فترات طويلة. ومن أمثلة البقوليات التى تتميز بقدرتها على مقاومة ظروف الجفاف *Cajanus cajan*، *Dolichos uniflorus*، *Lathyrus sativus*، *Phaseolus acutifolius*، *Vigna aconitifolia*، *Vigna unguiculata*، *Voandzeia subterranea*.

من جهة أخرى، تزرع مساحات واسعة من بعض نباتات البقوليات ذات الأهمية الكبرى فى المناطق الاستوائية الرطبة، حيث تتميز بقدرتها على تحمل ظروف رطوبة عالية. من هذه الأنواع *Glycine max , Canavalia spp.* *Lablab purpureus, Vigna radiata, Psophocarpus tetragonolobus Lathyrus sativus* وبعض طرز *Vigna unguiculata*.

تناسب زراعة نباتات البقوليات فى المناطق غزيرة الأمطار، أراضى عميقة، جيدة الصرف، وذلك لتحقيق محصول جيد. يوجد الكثير من البقوليات التى تتميز بعدم احتياجها كثيرا إلى تربة خصبة، كما أن بعضها يمكنه أيضا النمو والتطور فى اراضى ضعيفة مثل *Caiganus cajan, Dolichos uniflorus, Lablab purpureus, Lathyrus sativus*. تحتاج بعض الأنواع وبصورة ملحوظة إلى أراضى جيدة البناء وغنية فى محتواها من العناصر الغذائية، ومن أمثلتها فول الصويا والفاصوليا والبسلة. كما تنمو أيضا كثير من البقوليات الاستوائية فى أراضى حامضية ومن أمثلتها أصناف من فول الصويا واللوبيا.

تتميز البقوليات بقدرتها على تثبيت النيتروجين الجوى من خلال معيشتها التكافلية مع بكتيريا من جنس *Rhizobium* وبالتالى يصبح التسميد النيتروجينى غير ضرورى لمعظم الأنواع البقولية كشرط لتحقيق إنتاج غزير. ومن الوجهة الاقتصادية يفضل إضافة سماد نيتروجينى يصل مقداره إلى ١٢٠كجم نيتروجين للهكتار فى حالة الأصناف غزيرة الإنتاج من كل من الفاصوليا والبسلة.

ولضمان تثبيت نيتروجينى عالى الكفاءة، يستلزم الأمر توفر بعض الشروط: ١-أن تتم العدوى بالنوع المتخصص من جنس *Rhizobium* ، ٢-توفر مقادير كافية من الكالسيوم والموليبدنوم والكوبالت والحديد والنحاس، ٣-ارتفاع معدل التمثيل الضوئى، ٤-أن تكون درجة حرارة التربة أقل من ٣٢°م. جدير بالذكر أن الأسابيع الأولى التالية لعدوى الجذور، غالبا ما تكون حاسمة لتطور النباتات على النحو المرغوب. وفى حالة ما إذا كانت التربة فقيرة جدا

فى محتواها من النتروجين، يوصى بإضافة كمية بسيطة من سماد نيتروجينى يبلغ مقدارها حوالى ١٠كجم نيتروجين للهكتار. وإذا كان هناك نقـص فـى محتوى التربة من العناصر آنفة الذكر فإنه يمكن إضافتها إلى البـذور التـى تمت زراعتها فى صورة تنقيط، وذلك لضمان التبكير فـى تكـوين العقـد الجذرية.

فى المناطق الحارة ذات الجو المشمس، تؤدى الزراعـة الكثيفـة إلـى الإسراع فى تكوين غطاء نباتى كثيف، الأمر الذى يحول دون ارتفـاع درجـة حرارة التربة إلى أرقام قياسية.

فى حالة الأنواع وثيقة الصلة بنبات اللوبيا (جدول ٤)، يكون من غيـر الضرورى غالبا، عدوى النباتات بنوع معين من البكتيريا، نظرا لأن هذا النوع من جنس *Rhizobium* يكون واسع الانتشار فى الأراضى الاستوائية.

من جهة اخرى، تحتوى بذور كثير من البقوليات الاستوائية على بروتين عـسر الهضم، ولكى يصبح صالحا للاستعمال كمادة غذائية، يتطلب الأمـر إخـضاعه لبعض عمليات التسوية. فضلا عن هذا، يوجد فى بـذور كثيـر مـن الأنـواع مركبات سامة، يستلزم الأمر التخلص منها قبل تداولها، إما عن طريق النقع فى الماء أو الطبخ أو التسخين. من امثلة هـذه المركبـات ذات الطبيعـة الـسامة: جليكوسيد ليناميرين فى نوع الفاصـوليا *Phaseolus lunatus*، والأحمـاض الأمينية السامة فى جنس *Lathyrus*، الصابونين فى فول الصويا والقلويدات فى الترمس.

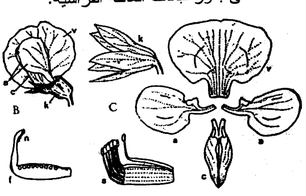
جدول (٤) يوضح مجموعات جنس *Rhizobium* الخاصة بأهم النباتات البقولية

المجموعة النباتية	نوع البكتيريا من جنس *Rhizobium*	أجناس البقوليات
البرسيم الحجازى	*Rhizobium meliloti*	*Medicago*
البرسيم المصرى	*Rhizobium trifolii*	*Trifolium*
البسلة والدحريج والجلبان	*Rhizobium legum inosarum*	*Lathyrus, Lens, Pisum, Vicia*
الفاصوليا	*Rhizobium phaseoli*	*Phaseolus*
الترمس	*Rhizobium lupine*	*Lupinus*
فول الصويا	*Rhizobium Japonicum*	*Glycine*
الحمص	*Rhizobium sp.*	*Cicer*
اللوبيا	*Rhizobium sp.*	*Alysicarpus, Arachis,*
		Cajanus, Canavalia, Crotalaria,
		Cyamopsis, Desmodium, Indigofera,
		Lespedeza, Mucuna, Pueraria,
		Vigna
	Rhizobium sp.	*Lotononis*
القضب أو القرط	*Rhizobium sp.*	*Lotus*

الخصائص النباتية للبقوليات:

تنتمى معظم النباتات البقولية إلى العائلة الفراشية *Fabaceae* التى تضم ٩٠٠٠ نوع.نباتاتها غالبا عشبية، كثير منها شجرى. الأوراق غالبا مركبة ريشية ذات أذنات. فى بعض الأجناس، تتحور الورقة أو جزء منها إلى محلاق للتسلق. تتميز الورقة غالبا بوجود وسادة Pulvinus حساسة، عند قاعدة عنق الورقـة، وقواعد الوريقات، تكسب أجزاء الورقة مرونة فى الحركة. توجد الأزهار مفردة أو فى نورات عنقودية، وقد تكـون رأس Head، كمـا فـى نبـات البرسـيم *Trifolium sp.* الزهرة وحيدة التناظر أو غير منتظمة، خنثى، خماسية الأوراق الزهرية، فراشية الشكل (شكل ٢٢أ). يتركب الكأس من خمس سبلات ملتحمـة جزئيا، والتويج من خمس بتلات، العليا منها كبيرة تـسمى العلـم Standard، وبتلتان صغيرتان منفصلتان، تسميان الجناحين Wings، أما البتلتان الـسفليتان

فإنهما ملتصقتين أو ملتحمتين التحاما بسيطا على امتداد حافتيهما السفلى ويكونان معا تركيبا يسمى الزورق Keel، الذى يحتوى بداخله على كـل مـن الطلـع والمتاع. يتركب الطلع من عشر أسدية، قد تلتحم خيوطها معا فى حزمة واحدة، ويسمى الطلع وحيد الحزمة Monadelphous أو تلتحم خيوط تسع منهـا فـى حزمة بينما تبقى السداة العاشرة منفصلة، عندئذ يـسمى الطلـع ثنـائى الحـزم Diadelphous كما فى كثير من أنواع العائلة، تحيط الأنبوبة السدائية الناشـئة عن التحام خيوط الأسدية بالمتاع الذى يتركب من كربلة واحدة، تتركب بـدولها من مبيض طويل، يحتوى على بضع بويضات. القلم طويل، منحنى، تتسع قمته قليلا لتحمل ميسما ريشيا يتميز بغشاء ميسمى، يستلزم الأمر تمزيقه لكـى يـتم التلقيح، وهو ما تقوم به الحشرات فيما يسمى بعملية *Tripping* ، أحيانا يكـون التلقيح ذاتيا. الثمرة قرن أو باقلاء Legume منفتحة عند النضج، إلا أنها تكون غير منفتحة فى الفول السودانى، كما تصبح ملتفة حلزونيـا كمـا فـى جـنس *Medicago* . تختلف الثمار فى أشكالهاوأحجامها وعدد بذورها تبعـا للنـوع النباتى. البذور عديمة الاندوسبرم، تتباين فى أشـكالها وألوانهـا تبعـا للنـوع والصنف. تختلف نسبة البروتين من نوع لآخر، وبصفة عامـة، تكـون نـسبة الكربوهيدرات منخفضة فى بذور نباتات العائلة الفراشية.



شكل (٢٢أ): التركيب الفراشى لزهرة العائلة الفراشية.

B زهرة　k كأس　v بتلة العلم　a جناح　c الزورق

s أسدية　f مبيض　n ميسم

الأهمية الاقتصادية:

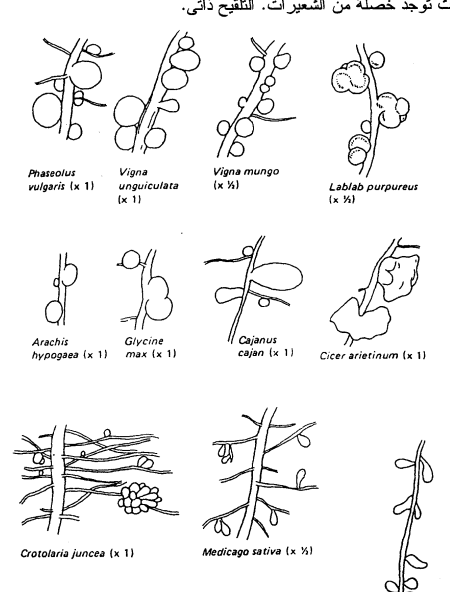
يستفاد من بذور كثير من أنواعها فى غذاء الإنسان، وعلائق الحيوانات والدواجن، تستخرج زيوت ثابتة من بذور بعض الأنواع مثل فـول الـصويا أو الفول السودانى، يستفاد منها فى أغراض التغذيـة وبعـض المنتجـات الهامـة الأخرى. يستفاد من بذور الحلبة فى بعض النواحى الطبية. يستخرج من بعضها صبغات، مثل نبات النيلة *Indigofera tinctoria*، كما تستخرج أليـاف مـن نبات القنب البنغالى *Crotalaria juncea*، تستخدم فى صناعة الحبال. تزرع بعض النباتات فى الحدائق كنباتات زينة، نظرا لما تتمتع به أزهارها مـن قـيم جمالية مثل بسلة الربيـع *Lathyrus vernus*، ونباتـات هريجـة *Clitoria ternatea*، والترمس الأبيض *Lupinus albus* .

الفول Broad or Horse Bean

نبات الفول *Vicia faba L.* ، عشبى حولى، يزرع فـى وادى النيـل، ومناطق الشرق الأوسط، وفى أجزاء متفرقة من الهند، المجموع الجذرى وتدى، غزير التفرع، تنمو الجذور الجانبية أفقيا ثم تنحنى إلى أسفل. تحمـل الجـذور الحديثة تجمعات من عقد جذرية صغيرة، منفـصلة أو كرويـة (شـكل ٢٢ب). الساق قائمة متفرعة، تنشأ الأفرع عن بعض البراعم القاعدية للساق، وكثيرا مـا تنمو أفرع من البراعم الإبطية للفلقات. الأفرع الجانبية تكون غير متفرعة، ذات مقطع عرضى رباعى الأضلع. تحمل الأفرع أوراقا مركبة ريشية، لكـل منهـا أذنتين صغيرتين. تحمل الورقة عددا من الوريقات يتراوح بين ٢-٦، بيضاوية الشكل، محمولة على عنق طويل ذى تجويف طولى.

الأزهار جالسة تقريبا، تحمل فى نورات إبطية، ويتراوح عـدد أزهـار النورة بين ٢-٦.كأس الزهرة أنبوبى الشكل، مقسم إلـى خمـس أسـنان عنـد منتصفه. بتلات التويج الخمس فراشية الشكل، بيضاء اللون، توجد بقع سوداء أو بنية داكنة على جناحى التويج. الطلع ثنائى الحزم Diadelphous ، والمتـوك

داكنة اللون. المتاع كربلة واحدة، ذات مبيض طويل ينتهى بقلم منحنى الطرف، حيث توجد خصلة من الشعيرات. التلقيح ذاتى.



شكل (٢٢ب): العقد الجذرية فى البقوليات.

الثمرة قرن سميك، يتراوح طولها بين ٢-٤ بوصة، وعندما تجف تظهر بها تخصرات واضحة بين البذور. القرن يتميز بمنقار مدبب، ويظل الكأس لدى قاعدته. البذور عديمة الإندوسبرم، يختلف شكلها وحجمها ولونها تبعا للصنف، وهى غالبا، بيضاوية الشكل نوعا، ذات قصرة ناعمة، سميكة، جلدية، وسرة واضحة.

يتراوح محتوى البذور الجافة من البروتين بين ٢٠-٣٥%، يستفاد منها كمادة غذائية هامة فى دول حوض البحر المتوسط والصين. يزرع غالبا لهذا الغرض، الأصناف صغيرة البذور والتى يطلق عليها Horse Bean، Tick Pea أو Pigeon Bean، وتجهز كطعام فى صورة مطحونة أو مكمورة كما هو الحال فى الفول المدمس.

أما أصناف الفول ذات البذور كبيرة الحجم، والتى تعرف بـ Broad Bean، فإن بذورها نصف الناضجة، تؤكل كنوع من الخضر، خاصة فى أوروبا.بالإضافة إلى ما تقدم، يستفاد من بذور الفول فى تجهيز علائق الحيوانات فى جميع أنحاء العالم.

الحمص Chick Pea

نبات الحمص *Cicer arietinum* L.، يزرع منذ قرون عديدة فى منطقة الشرق الوسط والهند واليونان وجنوب أوروبا. يعزى مصدر إسم النوع *arietinum* إلى طبيعة شكل البذور التى تماثل إلى حد كبير رأس الكبش.

النبات عشبى، حولى، لا يتجاوز ارتفاعه قدمين، ساقه قائمة، كثيرة التفرع، تكسوها شعيرات غدية. يحمل الساق أوراقا مركبة ريشية، لكل منها أذنتين كبيرتين. يوجد بالورقة المركبة من ٩-١٥ زوج من وريقات مدببة القمة، وينتهى العرق الوسطى للورقة المركبة بوريقة طرفية. العقد الجذرية كبيرة، عريضة، مفصصة نوعا (شكل ٢٢ب)، الأزهار ذات أعناق طويلة، توجد مفردة فى آباط الأوراق، ذات لون أبيض أو أحمر فاتح، الكأس أنبوبى طويل، يتركب

من خمس سبلات ملتحمة، ويستديم مع الثمرة. البتلات خمس فراشــية الــشكل، والأسدية عشر تتوزع فى حزمتين Diadelphous. المتــاع كربلـــة واحـــدة، والمبيض ذو قلم منحنى، خالى من الشعيرات. التلقيح ذاتـــى ويـــتم قبـــل تفـــتح الزهرة.

الثمرة قرن، مستطيلة، منفتحة عند النضج، يتراوح طولها بين ربع إلى نصف بوصة، ذات منقار صغير، تحتوى على بذرة واحـــدة أو اثنـــين. البـــذرة كروية الشكل تقريبا، غير إندوسبرمية، ذات قصرة ناعمة أو مجعدة، لها منقـــار صغير مدبب. تختلف البذور فى لونها تبعا للصنف.

تؤكل البذور خضراء وجافة. ويستفاد من النباتات كعلائق للحيوانات. تحتـــوى أوراق الحمص على حامض الخليك الذى يستعمل فى كثيـــر مـــن الأغـــراض الطبية، وكمادة خل.

العدس Lentil

العدس *Lens culinaris* Medik. هو أحد المحاصيل القديمـــة التـــى تزرع منذ عدة قرون فى مصر وإيطاليا واليونان وسوريا والهند. يعزى مصدر اسم النوع culinaris إلى صفة من صفات الطهى.

نبات العدس عشبى، حولى، ساقه مربعة، غزيرة التفـــرع، .لا يتجـــاوز ارتفاعها عادة، قدم ونصف. الجذور الجانبية رفيعة وغزيرة، تحمل عقدا جذرية صغيرة جدا، ذات شكل إسطوانى يميل إلى الاســتطالة (شـــكل ٢٢ب). تحمـــل الساق وأفرعها الجانبية، أوراقا مركبة ريشية، ينتهى طرفها ببروز صغير، قـــد يمثل محلاقا. قد يبلغ عدد وريقات الورقة المركبة سبعة أزواج. تتصل كل وريقة بالعرق الوسطى للورقة بواسطة وسادة Pulvinus صغيرة. تتميز الورقة بوجود أذينتين خيطتى الشكل. تتباين أصناف العدس المختلفة فى طول فتـــرة حياتهـــا، وكذلك عدد كل من الأوراق والوريقات، فضلا عن عدد العقد وطول السلاميات. يقسم نبات العدس مورفولوجيا إلى ثلاث مناطق:

أ- منطقة قاعدية خضرية، تتميز بوجود براعم خضرية.

ب-منطقة وسطية، تتميز بوجود برعمين فى إبط كل ورقة، أحدهما خـضرى يتكشف أولا ويعطى فرعا جانبيا، أما الآخر فإنه يتكشف فيما بعد إلى نورة.

جـ-منطقة ثمرية، تتميز بوجود براعم زهرية.

يعتبر عدد عقد المنطقة الثمرية والمختلطة على الساق، أحد المؤشرات الهامة للتنبؤ بمحصول العدس.

الأزهار، توجد فى نورات إبطية تتكشف عن براعم جانبية، وهى صـغيرة، بيضاء بها لون أزرق، ذات كأس أنبوبى الشكل يتركب من خمس سبلات تكون أكثر طولا من البتلات. التويج فراشى الشكل، بتلة العلم بيضاء اللـون عليهـا علامات زرقاء، أما الجناحان والزورق فهما بيضاء اللون. الطلع ثنائى الحـزم Diadelphous، والمتاع كربلة واحدة، ذات مبيض قصير يحتوى على بويضة أو بويضتين. القلم قصير، منحنى، يكسو سطحه الداخلى شعيرات ناعمة.

الثمرة قرن، عريض، قـصير، تحتـوى علـى بـذرتين. البـذرة عديمـة الإندوسبرم، عدسية الشكل، ذات قصرة لونها بنى فاتح، السرة صغيرة، تـشاهد على حافة البذرة.

يستفاد من بذور العدس فى التغذية بعد طهيها، كما تؤكـل أحيانـا الثمـار الخضراء. تتراوح نسبة البروتين فى البـذور بـين ٢٦-٣٥%، وفـى الـساق والأوراق بين ٦-٩%. يستفاد من النباتات الخضراء أو الجافـة كعلـف جيـد للحيوانات.

الترمس Lupin

يضم جنس الترمس أنواعا عديدة، عشبية حولية، يزرع كثير منها فـى الحدائق كنباتات زينة أو لإنتاج البذور. تنتشر زراعته فى منطقة حوض البحـر المتوسط وشمال إفريقيا وحوض النيل.

الترمس الأبـيض *Lupinus albus* L. والتـرمس المـصرى *Lupinus termis Forsk.* نوعان شائع زراعتهما، وهما متشابهان لدرجة كبيرة. الترمس المصرى Egyptian Lupin كان يصنف على أساس أنه صنف يتبـع النـوع *albus*: *Lupinus albus var. termis* (Forsk.) Alef. ولكنه أصبح حاليـا يمثل نوعا مستقلا. يعزى مصدر اسم الجنس *Lupinus* إلى اللغة اللاتينية حيث كان يطلق هذا الإسم على الذئب، اعتقادا أن نبات التـرمس يحطـم التربـةكما يقتنص الذئب فريسته.

نبات الترمس عشبى، حولى، يصل ارتفاعه إلى أربعة أقدام أو أكثر. الساق تكسوها شعيرات قصيرة ناعمة، بيضاء اللون، تـصبح خـشنة بتقـدم العمـر. الأوراق مركبة راحية، تتركب الورقة من ٥-٧ وريقات، سطحها السفلى يكون مغطى بشعيرات تجعل ملمسها ناعما. أعناق الأوراق طويلة، والأذنات رفيعة.

الأزهار بيضاء اللون أو حمراء باهتة، ذات ألوان زرقاء أو خضراء، تحمل فى نورات طرفية عنقودية. الزهرة ذات قنابتين متـساقطتين. الكـأس شـفوى والتويج فراشى. الطلع وحيد الحزمة Monadelphous. متوك الأسدية قصيرة وطويلة بالتبادل. المبيض تكسوه شعيرات كثيرة، ينشأ عنه ثمرة قرن، سـميكة نوعا، بيضاء اللون، تحتوى على ٣-٧ بذور ذات لون أبيض مصفر.

تعامل البذور قبل أكلها لاستبعاد المواد القابضة عن طريق النقع فى المـاء المغلى، إذ تمثل غذاء شعبيا هاما فى مصر والدول العربية الأخرى. ولقد أمكن تربية واستنباط أصناف خالية من القلويدات التى يعزى إليهـا الطعـم القـابض والأثر السام فى البذور، خاصة Lupinine.

يستفاد من النباتات خارج نطاق حوض البحر المتوسط فى أعلاف الحيوانات.

الحلبة Fenugreek

الحلبة *Trigonella foenum- graecum* L. نبات يزرع بكثرة فى مصر والهند والمغرب، عرفه القدامى كنبات علف، فضلاً عن اسـتخدام بـذوره فـى

بعض النواحى الطبية. يعزى مصدر اسم الجنس *Trigonella* إلى طبيعة شكل الأوراق المركبة، ثلاثية الوريقات.

نبات الحلبة، عشبى، حولى، يتراوح طوله بين ١٥- ٦٠سم العقد الجذرية كبيرة ومفصصة (شكل ٢٢ب). الساق، قائم، يحمل أوراقا مركبة راحية ثلاثية. الوريقة بيضاوية مقلوبة تقريبا، مسننة الحافة. الأزهار جالسة، إما مفردة أو زهرتين فى آباط الأوراق العليا. الكأس شعرى، والبتلات بيضاء اللون. الثمرة قرن، طويلة ضيقة، يتراوح طولها بين ٧-١٥سم، ملساء، تنحنى قمتها وتصبح مستدقة. البذور جامدة، بنية صفراء يتراوح طولها بين ٤-٦مم، وعرضها ٢-٣مم وسمكها حوالى ٢مم، شبه معينة الشكل. يوجد كل من السرة والنقير فى إنخفاض بسيط يقع وسط أحد جانبى البذرة الضيقين. تشاهد السرة كنقط بيضاء اللون. البذرة قليلة الإندوسبرم، وهو شبه شفاف قرنى. عند نقع البذور فى الماء ينتفخ الإندوسبرم وتتكون مادة مخاطية. يتميز مسحوق البذرة برائحة قوية. تحتوى البذور على حوالى ٣٨% مواد مخاطية توجد فى الإندوسبرم. تتحلل المواد المخاطية مائيا إلى سكرمانوز وجلكتوز. تحتوى البذور أيضا على حوالى ١٢% بروتينات، ٦% زيت ثابت، فضلا عن قلويدات Trigonelline, Choline. يستفاد من البذور فى مجال الطب البيطرى وأحيانا كنوع من التوابل حيث تدخل فى صناعة الكارى.

فى مصر، تنبت البذور وتؤكل البادرات، كما تؤكل النباتات الخضراء فى الهند كنوع من الخضر الورقية. فى آسيا الصغرى ومصر يستفاد من بذور الحلبة ذات المحتوى النشوى المرتفع كمشروب.

الجلبان Chickling or Grass Pea

الجلبان .*Lathyrus sativus* L من النباتات التى تنمو جيدا فى الأراضى الفقيرة، حيث تنتشر زراعته فى الشرق الأوسط والهند، يبلغ إنتاجه السنوى فى الهند حوالى نصف مليون طن، يتميز بقدرته على المواءمة مع الظروف البيئية المتباينة.

يعزى مصدر اسم الجنس *Lathyrus* إلى صفة قديمة يونانية تعنـــى حـــاد الطباع. نبات الجلبان عشبى، حولى، تحمل الجذور الصغيرة عددا كبيرا من عقد جذرية إسطوانية متفرعة (شكل ٢٢ب)، تتجمع معا فى صورة كتل كثيفة. الساق ضعيفة، متسلقة يتراوح ارتفاعها بينم ٣-٤ قدم، ذات جناحين جـــانبيين يمتـــدان بطولها، لونها أخضر مزرق، ملساء تحمل أوراقا متبادلة. الورقة مركبة ريشية، ذات أذنتين كبيرتين، لكل منهما زائدة صغيرة Auricle-عنق الورقة طويـــل، رهيف، مجنح مثل الساق، يحمل وريقتين رمحيتى الشكل، طـــول كـــل منهمـــا بوصتان أو أكثر، وعرضها حوالى بوصة. تتحور بقية الورقـــة إلـــة محـــلاق متفرع.

الزهرة مفردة فى آباط الأوراق، خماسية الأوراق الزهريـــة، فراشـــية الشكل. إذ أن بتلة العلم زرقاء اللون ذات عروق أرجوانية، الجناحـــان لونهمـــا أزرق، فى حين أن الـــزورق يكـــون ابـــيض اللـــون. الطلـــع ثنـــائى الحـــزم Diadelphous. المتاع كربلة واحدة ذات مبيض طويل ينتهى بقلـــم منحنـــى، طرفه ملعقى الشكل يحمل الميسم.

الثمرة قرن، عريضة، طولهـــا حـــوالى ١-٢ بوصـــة، ذات جنـــاحين واضحين على امتداد حافتها العليا. تحتوى الثمرة على عدة بذور (٣-٥) ملساء، ذات لون رصاصى أو بنى أو مبرقشة بلون أسود.

يستفاد من الثمار كغذاء بعد ان تطهى جيدا خاصة للطبقـــات الفقيـــرة مـــن السكان، إذ أن البذور تحتوى على قلويدات قد تسبب شللا فى الأطراف الـــسفلى إذا لم يتم غليها جيدا قبل أكلها. تستغل نباتات الجلبان أيضا كعلف للحيوانات.

البرسيم المصرى Berseem or egyptian clover

البرسيم المصرى *Trifolium alexandrinum* L. ، موطنه الأصلى غالبا، شرق البحر المتوسط. يزرع فى مختلف دول حوض البحر المتوسط. وبعـــض أجزاء من الهند وجنوب غرب إفريقيا. تجود زراعته فى الأراضى التى تـــزرع

بنظام الرى فى المناطق تحت الإستوائية، وهو مقاوم لظروف الملوحة. يعــزى مصدر اسم الجنس *Trifolium* إلى طبيعة أوراقه المركبة ثلاثية الوريقات، فى حين يرجع اسم النوع *alexandrinum* إلى مدينة الإسكندرية.

نبات البرسيم حولى، عشبى، ذو جذر وتدى مستدق، غزير التفرع، ينتــشر فى الطبقة السطحية من التربة، يتميز بعقد جذرية كبيرة، مفصصة (شكل٢٢ب). الساق شبه مفترشة،يتراوح ارتفاعها بين ٣٠-٩٠ سم. تتباين طبيعة التفرع تبعا لنظام توزيع البراعم على الساق، الأمر الذى يؤثر على كمية محصول العلــف المتوقع. قد يتركز وجود البراعم على المنطقة السفلى من النبات، وبالتالى فــإن عملية حش النباتات تؤدى إلى تنشيط البراعم التى تتكشف بدورها إلـــى أفــرع خضرية جديدة، وتبعا لذلك يمكن الحصول على أكثر من حشة خــلال موســم النمو، أما إذا كانت البراعم موزعة على امتداد الساق فإنه لا يمكــن الحــصول على أكثر من حشة واحدة.

الأوراق مركبة راحية، ثلاثية الوريقات ذات أذينات غشائية حرشفية، تغلف منطقة العقدة وقاعدة السلامية. تحمل الأوراق على الساق بالتبادل، إلا أنها تبدو كما لوكانت متقابلة فى الجزء العلوى من النبات. أعناق الأوراق السفلى طويلة، أما العليا فهى قصيرة. الوريقات رمحية إلى مــستطيلة أو بيــضاوية الــشكل، مستقيمة أو مستديرة القمة، مسننة الحافة. الأزهار توجــد فـــى نـــورات رأس Head. الكأس مخروطى مقلوب، وبرى نظرا لوجود حلقة من شـــعيرات لـــدى قمته، ذو خمس سبلات غير متساوية. التويج فراشى الشكل يتركب من خمـــس بتلات بيضاء اللون. الطلع ثنائى الحزم Diadelphous. المتاع كربلة واحـــدة، ذات مبيض مخروطى مقلوب يحتوى على بويضة واحدة أو بويضتين. الثمـــرة علبة متحورة. جزؤها القاعدى رقيق هش، أما العلوى فهو صلب نوعا، تكـــون مغلفة بالسبلات. البذرة بيضاوية الشكل، ملساء، باهتة، تصبح مع تقدم النـــضج صفراء مشربة باللون البنى.

تبلغ نسبة البروتين فى نبات البرسيم المصرى حوالى ١٢,٣% والدهون ٢,٧%. تتغذى الحيوانات على البرسيم إما مباشرة وهو أخضر أو بعد تجفيفه وتحويله إلى ما يسمى بالدريس. لذا، يعتبر البرسيم المصرى أهم نباتات العلف فى مصر ودول شمال إفريقيا.

يستفاد من البرسيم أيضا لتغذية الحيوانات بطريقة الرعى، كما يستعمل كسماد أخضر.

البرسيم الحجازى Alfalfa

البرسيم الحجازى *Medicago sativa* L. أحد أنواع جنس *Medicago*. يضم هذا الجنس حوالى ٥٥ نوعا، منها سبعة أنواع معمرة. يعزى اسم الجنس *Medicago* إلى اسم المنطقة التى استورد منها عندما أدخل إلى بلاد الإغريق وهى منطقة Media. يزرع هذا النوع علفا للحيوانات منذ ما فترة ما قبل الميلاد، فى جنوب غرب آسيا، ثم انتشر منها إلى اليونان وإيطاليا وأسبانيا، والمكسيك وأمريكا الجنوبية، وأصبح حاليا يزرع فى الهند والشرق الأوسط، كما يزرع أيضا فى الولايات المتحدة الأمريكية والأرجنتين وشرق وجنوب إفريقيا ومعظم دول أوربا. تجود زراعته فى الأراضى الجيدة التى تزرع بنظام الرى فى المناطق الجافة، حيث يتميز بقدرته على مقاومة ظروف الجفاف. يضم النوع *sativa* تحت النوع *Medicago sativa* ssp. *falcate* (L.) *arcang* الذى تتميز هجنه بقلة احتياجاتها فضلا عن تحملها لكثير من البرودة.

النبات عشبى، معمرن تتراوح فترة حياته بين ٥-٧ سنوات، ذو مجموع جذرى متعمق فى التربة، كثيرا ما يصل إلى عمق خمسة أقدام خلال العام الأول من نموه، وقد يصل إلى عمق ١٠-١٢ قدم خلال العام الثانى، وفى نهاية الأمر قد يصل إلى عمق ٢٠ قدم أو أكثر. تحمل الجذور الجانبية الصغيرة عقدا جذرية إسطوانية الشكل ورفيعة (شكل ٢٢ب).

الساق رفيعة، غزيرة التفرع لدى القاعدة، وبتقدم العمر تصبح متخشبة نوعان سميكة وقصيرة، أفرع الساق خضراء، تنمو منها أفرع جانبية هوائية رفيعة، يتراوح طولها بين ١-٤ قدم. تتكون أفرع جديدة مع استمرار الحش أو الرعى. الأوراق مركبة راحية، ثلاثية الوريقات، ذات أذنات رفيعة تكون ملتصقة بعنق الورقة. تكسو الوريقات شعيرات كثيفة على سطحها السفلى.

الأزهار صغيرة، أرجوانية اللون، معنقة، توجد فى نورات عنقودية. الكأس طويل أنبوبى، يتميز عند منتصفه إلى خمسة فصوص. البتلات خمس، فراشية الشكل. الطلع ثنائى الحزم Diadelphous. المبيض قصير تكسوه شعيرات كثيفة، يحتوى على ١٠-١٢ بويضة، وينتهى بقلم منحنى الطرف. التلقيح ذاتى أو خلطى.

الثمرة الناضجة قرن غير منفتحة، ذات لون بنى، تلتوى مرتين أو ثلاث، مدببة الطرفين. تحتوى الثمرة على ٣-٤ بذور صغيرة، كلوية الشكل تقريبا، يبلغ طولها حوالى ٢-٣مم، ذات قصرة ناعمة، لونها بنى يميل إلى الإصفرار. البشرة الخارجية للقصرة عبارة عن اسكلريدات عمادية Macro-sclereids تتميز بجدرها السميكة غير منتظمة السمك، يكون تجويف الخلية ضيقًا فى جزئه الخارجى، ويتسع تدريجيا تجاه الداخل. يوجد بالطرف الخارجى لهذه الخلايا منطقة فاتحة اللون تسمى خط النور Light Line تمتد بعرض الخلية. يؤثر خط النور على نفاذية قصرة البذرة للماء.

بذور البرسيم الحجازى تضم بذورا جامدة غير منفذة للماء، قد تصل نسبتها إلى ٢٠%. جدير بالذكر، أنه لا توجد إختلافات تركيبية بين البذور التى يمكنها الإنبات أو نظيرتها التى تتميز بقصرة غير منفذة للماء والتى يصعب بالتالى إنباتها. يزرع البرسيم الحجازى علفا أخضر للحيوانات، ويعتبر أهم نباتات العلف فى أراضى المناطق الجافة الجيدة والتى تزرع بنظام الرى. يجهز منه دريس عالى القيمة الغذائية رغم تساقط أوراقه عند جفافه، الأمر الذى يؤثر سلبا

على قيمته الغذائية. يستغل البرسيم الحجازى كغذاء جيد لنحل العسل، خاصة فى حالة زراعته لإنتاج البذور.

الأزولا Azolla

تعتبر الأزولا، كنبات سرخسى، ذات أهمية خاصة لعلماء النبات وكذلك المزارعين الآسيويين، نظرا لطبيعة معيشتها التكافلية مع بعض أنواع الطحالب الخضراء المزرقة *Cyanochloronta*، والتى تؤدى إلى تثبيت النتروجين الجوى. تعتبر هذه العلاقة التكافلية أبرز الصفات المميزة للأزولا حيث تقوم بإمداد نباتات طحلب أنابينا *Anabaena* بالعناصر الغذائية المختلفة، فضلا عن توفير الحماية لها من خلال الفجوة الورقية، فى حين تحصل الأزولا من الطحلب على النتروجين، علاوة على احتمال الحصول على بعض المواد المنشطة للنمو.

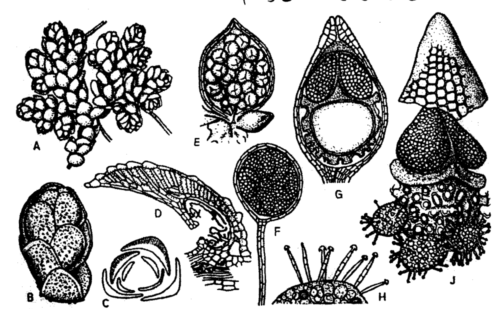
تجدر الإشارة فى هذا الصدد، أن معدل تثبيت النتروجين الجوى من خلال العلاقة التكافلية بين الأزولا والطحلب والتى يطلق عليها *Azolla-Anabaena*، يفوق نظيره الناتج من العلاقة التكافلية بين البقوليات وبكتيريا العقد الجذرية، إذ بلغت كميةالنتروجين المثبتة فى حالة الأزولا ٨٦٤ كجم نتروجين لكل هكتار خلال عام واحد.

الوضع التصنيفى للأزولا:

يتكون اسم الجنس *Azolla* من مقطعين يونانيين هما Azo أى جاف، Ollyo أى القتل، الأمر الذى يدل بالتالى على أن نباتات هذا الجنس تتاثر سلبيا بالجفاف إلى درجة الهلاك.

ينتمى جنس *Azolla* إلى رتبة *Salviniales* التى تعرف باسم السراخس المائية Water Ferns وكان لامارك أول من اكتشف هذا الجنس عام ١٧٨٣م. حديثا، يصنف هذا الجنس ضمن عائلة ذات جنس واحد هى عائلة *Azollaceae*. يضم جنس *Azolla* تحت جنسين وستة انواع حية، تبعا لصفات أعضاء التكاثر (الجراثيم) وكذلك النموات المرتبطة بها، يسمى تحت الجنس

الأول *Euazolla* بينما الثانى يسمى *Rhizosperma*. تتميز أنواع تحت الجنس *Euazolla* بأن نمواتها المرتبطة بالجراثيم تكون مقسمة بحواجز عرضية (شكل٢٣)، فى حين تكون نظيرتها فى تحت الجنس *Rhizosperma* بسيطة غير مقسمة أو غائبة. هذه النموات *Glochidia* تعمل على التصاق الجراثيم الصغيرة بالكبيرة، الأمر الذى يؤدى إلى وجود النباتات المشيجية المذكرة مجاورة لنظيرتها المؤنثة مما يسهل عملية الإخصاب وتكوين الجنين الذى يتركب من ورقة أولى، وجذر، وقمة الساق والقدم.



شكل (٢٣): الأزولا:

A, H: *Azolla caroliniana*
B, C, D, E, F, G, J: *Azolla filiculoides*

A منظر علوى لنبات أزولا.
B منظر علوى لقمة المجموع الخضرى
C قطاع عرضى
D قطاع طولى فى الشفة العليا للورقة.
E كيس جرثومى مذكر (أعلى) وآخر مؤنق (أسفل)
F كيس جرثومى مذكر
G كيس جرثومى مؤنث محاط بغطاء
H جزء من ماسيولا ذات جلوشيديا
J بيضة تبرز من النصف العلوى لغطاء.

وصف نبات الأزولا:

الأزولا سرخس صغير الحجم، يعيش طافيا فوق سطح الماء، جذوره رفيعة تمتد فى الماء، ساقه رقيقة ريزوم، تنمو أفقية، تحمل الأوراق والجذور. الأوراق متزاحمة، كل منها صغيرة ذات فصين، الفص العلوى يكون أخضر اللون بينما السفلى رقيقا عديم اللون ربما تتركز وظيفته فى امتصاص الماء. تنشأ الجذور عادة عند مناطق اتصال الأفرع بالريزوم. يوجد تجويف عند قاعدة كل ورقة، يحتوى على الطحلب الأخضر المزرق *Azollae-Anabaena*. حينما تكون النباتات غزيرة النمو فإنها تحجب سطح الماء، وقد تكتسب لونا أحمرا مميزا. تؤدى عملية تكاثر الأزولا جنسيا إلى تكوين أجنة تتركب من ورقة أولى، قمة ساقية، جذر وقدم تطور الأجنحة إلى نباتات أزولا خضراء تطفو فوق سطح الماء.

الأزولا كسماد أخضر

تنمو الأزولا أساسا كسماد أخضر لنبات الأرز، ولكنها تنمو أيضا مع البامبو المائى *Zizania aqatica* والرأس السهمى *Sagittaria sagittifolia* والقلقاس*Colocasia esculenta*. وعموما، فقد تم حديثا إعداد خليط جاهز للاستعمال مع عدة محاصيل، يتركب من الأزولا والهياسنت المائى وبعض الأعشاب المائية الأخرى. وفى هذا الصدد، فقد أجريت بحوث عدة عن التأثير الإيجابى لسماد الأزولا الأخضر على عدد الأفرع وطول الأوراق والوزن الطازج والجاف لنبات الأرز، كما أجريت مقارنة قدرة الأزولا على تثبيت النتروجين الجوى مع كل من البرسيم الحجازى وفول الصويا، واتضح منها أن محتوى النتروجين المثبت فى التربة عند زراعة الأزولا قد زاد إلى نفس مستواه المنتج بواسطة محصول فول الصويا، أما فى حالة البرسيم الحجازى فقد سجل نحو ٤٠% فقط. وقد أظهرت النتائج أن محتوى النتروجين الذى تم تثبيته كان

على النحو التالى: البرسيم الحجازى ٢,٨٧%، فـول الـصويا ٢,٩%، الأزولا ٣,٥%، مقدرا على أساس الوزن الجاف.

هذا، ومن الجوانب الإيجابية أيضا لزراعة الأزولا والاستفادة منها كـسماد أخضر، أنها تزرع مختلطة مع نبات الأرز، وبالتالى فإنهـا لا تـشغل مـساحة إضافية من التربة الزراعية، كما ثبت أيضا أن النـوع *Azolla filiculoides* يمكن أن يوفر نصف احتياجات زراعات الأرز فى كاليفورنيا من النتـروجين، وذلك فى حالة نموه كسماد أخضر قبل زراعة محصول الأرز. وقد أوضـحت أيضا بعض الأبحاث أن إضافة طبقتين متتاليتين من الأزولا إلى التربة قبل نقل بادرات الأرز، يمكن أن يوفر حوالى ٥٠% من الاحتياجات النتروجينية اللازمة لإنتاج حوالى ٥ طن من محصول الأرز لكل هكتار.

المحصول والتثبيت الدورى للنتروجين:

تتباين إلى حد كبير قدرة الأزولا على تثبيت النيتروجين سنويا. فقد سجل أن النوع *Azolla pinnata* كان باسـتطاعته تثبيـت حـوالى ٣٣٥-٦٧٠ كجـم نتروجين لكل هكتار فى العام تحت الظروف المحليةفى إندونسيا، إلا أنـه فـى بحث آخر، لم يستطع نفس النوع تثبيت أكثر من ١٠٣-١٦٢ كجـم نيتـروجين للهكتار فى العام.

كما ذكر أيضا أن كـلا مـن النـوعين *Azolla filiculoides*، *Azolla mexicana* استطاع تثبيت ما مقداره ٥٢، ٤١ كجم نتروجين/ هكتـار علـى التوالى خلال فترة ٣٥ يوم تحت الظروف الحقلية. وقد اتـضح أن كـلا مـن النوعين قد استطاع تثبيت النتروجين الجوى بمعدل ١,٢ كجم نتروجين فى اليوم لكل هكتار وذلك خلال الفترة من ١٠-٣٥ يوم بعد التلقيح. كما سـجل النـوع *Azolla pinnata* معدلا يوميا مقداره ١,١كجم نتروجين/هكتار أو ١٢٠ كجـم نتروجين لكل هكتار خلال فترة ١٠٦ يوم.

وبصفة عامة، فقد حققت فيتنام والصين أعلـــى تقـــديرات لمعـــدل تثبيـــت النتروجين الجوى سنويا، إذ بلغ هذا المعدل ١٠٠٠كجم (فيتنـــام)، ١٥٠ كجـــم (الصين) من النتروجين لكل هكتار خلال فترة شهر ونصف. كما ذكـــر معهـــد الأراضى والتسميد فى شيكيانيج بالصين أن زراعة الأزولا قد أدت إلى زيـــادة كمية المادة العضوية فى التربة، كما أدت إلى نقص البخر منها بحوالى ١١%.

تأثيرات الأزولا على نبات الأرز:

أوضحت بعض الأبحاث أن زراعة الأزولا مع الأرز قد أدت إلـــى زيـــادة محصول الأخير بحوالى ١٤-٤٠%، كما جاء فى بعض الأبحاث الأخرى زيادة قدرها ١١٢% مقارنة مع النباتات غير المعاملة بالأزولا، وذلك عند إضافة طبقة من الأزولا إلى التربة، تكون قادرة على توفير ما مقداره ٦٠كجم نتروجين لكل هكتار كما فى حالة النوع *Azolla filiculoides*، هذا بالإضافة إلـــى حـــدوث زيادة فى محصول الأرز مقدارها ٢١٦% فى حالة إضافة طبقـــة الأزولا إلـــى التربة كما سبق، ثم السماح بعد ذلك بنمو الأزولا كمحصول عادى مع الأرز.

على الجانب الآخر، أوضحت بعض الأبحاث زيـــادة فـــى محـــصول الأرز مقدارها ٦% فى حالة زراعة النوع *Azolla pinnata* مع نبـــات الأرز ودون إضافة سابقة للتربة، ولكن فى حالة إضافة الأزولا للتربة، فقد أدى ذلـــك إلـــى زيادة فى محصول الأرز تراوح مقدارها بين ٩-٣٨%.

الأزولا وعلاقتها بالزراعة:

لقد استعمل النوع *Azolla pinnata* كسماد أخضر لأول مرة فى فيتنام ولعدة قرون. وقد اكتشفت الأزولا فى قرية لافان بواسطة إمرأة تدعى بـــاهينج، وكان لهذه الأزولا تأثيرات على محصول الأرز الربيعى. تم إكثار الأزولا خلال المواسم الباردة خاصة قبل وبعد نقل محصول الأرز الربيعى فى يناير، وعندما ترتفع درجة الحرارة إلى حوالى ٢٢°م خلال شهر إبريل، فـــإن الأزولا تجـــف تاركة محتواها من العناصر المغذية والأحماض الأمينية متاحـــا لنبـــات الأرز،

وذلك خلال فترة تتراوح بين ٥–٧ أيام، عندما يكون نبات الأرز قد بلغ مرحلـة التفرع القصوى. جدير بالذكر أن الأنواع البرية من الأزولا تكون قادرة علـى توفير الاحتياجات السمادية للمحصول (الأرز مثلا) نظرا لقـدرتهاعلى مقاومـة درجات الحرارة العالية.

بصفة عامة، توجد نظريتان حول ما هية الأساليب التقنية اللازمة لإنتخـاب وإكثار الأزولا أثناء فصل الصيف الحار، هما:

النظرية الأولى: تقوم على أساس التكاثر الجنسى. فالأزولا تنتج جـراثيم قبـل شيخوختها فى إبريل، وفى شهر يوليو تطفو أجنة الأزولا التى يتركب كل منهـا من ورقة، جذر، قمة ساقية، وقدم، على سطح بيئة النمو ثم تتطور إلى نباتـات خضراء داكنة، ذات أوراق لحمية وجـذور عرضـية تخـرج علـى الـسيقان الريزومية. تزرع هذه النباتات فى بيئة نمو مخصصة لهذا الغرض. تنظف هذه البيئات من الأسماك والحيوانات المائية، ثم تجهز بحيث يـصبح عمـق الميـاه حوالى متر واحد. تعوم نباتات الأزولا حديثة العمر فى أحواض طافية من خشب البامبو لحفظها حيث يتم تسميدها بانتظام بسماد عضوى ويوريا أو معجون زيت الخروع.

النظرية الثانية: تفترض حفظ رصيد من الأزولا عن طريق تنظـيم حموضـة أحواض التربة لتفادى شيخوخة الأزولا، نظرا لأن تـرك الأمـر دون تنظـيم للحموضة يؤدى إلى وجود كل من الحديد والفوسفور فى صورة غيـر متاحـة للأزولا الطافية بسبب تزايد القلوية كلما تقدم الموسم نحو نهايته.

يتم إكثار الأزولا فى مراقد بادرات الأرز القديمة أو فى بعض البيئات الغنية بمحتواها من العناصر المغذية ثم توضع فى أركان حقول الأرز بهدف إكثارهـا خضريا، إذ تحاط بحواجز منخفضة من التربة أو القش أو خشب البامبو لتجنب تناثر الأوراق السرخسية بواسطة الرياح التى تعوق نموها. كلما تكاثرت الأزولا

فإن ما يوجد منهافى كل ركن من أركان حقل الأرز يتسع يوميا إلى ان يصبح معظم الحقل مغطى بطبقة كثيفة من الأزولا.

وبصفة عامة، فإن زراعة ٣ كجم من الأزولا (الرصيد المعد للإكثار) خلال شهر نوفمبر سوف يؤدى إلى الحصول على ٢,٥ طن مادة طازجة من الأزولا خلال شهر فبراير.

طحلب *Anabaena* والشكل العام للمعيشة التكافلية مع الأزولا:

أوضح Strasburger عام ١٩٨٣ أن *Anabaena azolla* هو النوع الوحيد المعنى بعملية تبادل المنفعة بين الأزولا والطحلب. وعلى أية حال، فقد أشار Fjerdingstad عام ١٩٧٦ أن الطحلب ماهو إلا شكل بيئى يسمى *Anabaena variabilis* لذا يجب أن يسمى الكيان الحيوى المختص بعملية تبادل المنفعة كما يلى: Azolla variabilis status azollae

أما علماء التصنيف فإنهم يصنفون *Anabaena azolla* ضمن قسم الطحالب الخضراء المزرقة *Cyanophyta* ورتبة *Nostocales* التى تنتمى إليها عائلة النوستوك *Nostocaceae* وعموما، توجد ثلاثة أنواع من الخلايا فى هذا الكيان الحيوى:

١-الخلايا الخضرية المسئولة عن التمثيل الضوئى.

٢-الحويصلات المتباينة المسئولة عن تثبيت النتروجين الجوى.

٣-الأكينات Akinetes وهى جراثيم ساكنة، سميكة الجدر، تنشأ من الخلايا الخضرية. ورغم هذا، فإن العديد من الباحثين لم يلاحظ وجود أى نوع من الجراثيم.

التكاثر الخضرى:

تتكشف فجوة الورقة أثناء تكشف بداءة الفص الظهرى للورقة وذلك من خلال نمو يحدث فى خلايا البشرة يؤدى إلى تغطية إنخفاض يوجد على النصف القاعدى من السطح البطنى للفص. تتقابل خلايا البشرة أعلى مركز هذا

الانخفاض مكونة ثقب كبير يسمح بالتالى بتبادل الغازات بين الفجوة والمحـيط الخارجى من الغلاف الجوى. عندئذ، يصبح عديد من خلايا *Anabaena azolla* محاطا بخلايا البشرة المتقابلة مع بعضها. ومكونا مستعمرة داخل فجوة الورقـة خاصة على سطحها الظهرى. صنفت هذه الخلايا الطحلبية علـى أسـاس أنهـا تكاثرية الوظيفة نظرا لأنها تتركب بوضوح من خلايا منقسمة ولا تحتوى علـى حويصلات متباينة. ينمو الطحلب و الأزولا معا كلمـا نمـت بـداءة الورقـة وتطورت، وتتسع الخلايا الخضرية للطحلب ثم يتكشف بعضها إلى حويـصلات متباينة لتبدأ بالتالى عملية تثبيت النتروجين الجوى.

الشعيرات الناقلة:

يبطن السطح الداخلى لفجوة الورقة الناضجة غلاف خلوى مغطى بطبقة مخاطية غير معروفة التركيب، يوجـد بهـا خيـوط *Anabaena azollae* والشعيرات الناقلة المخاطية، بالإضافة إلى قليل من البكتريا.

لقد افترض البعض أن المادة المخاطية تفرز بواسطة الشعيرة الناقلة، فى حين يرى البعض الآخر أن الفجوات الخالية من التراكيب الحيوية التكافليـة لا تحتوى على مواد مخاطية. تبدو الشعيرات الناقلة داخل محيط الفجوة كأعـضاء لتبادل نواتج التمثيل الغذائى بين الأزولا والكيان الحيوى *Anabaena azollae* . ويمكن القول، أن تطور الشعيرات الناقلة وفجوة الورقة لا يتوقف على وجـود الكيان الحيوى *Anabaena azollae* بداخلها.

البكتريا المصاحبة:

تشارك بعض أنواع البكتريـا مثـل أنـواع جـنس *Azotobacter, pseudomonas* الكيان الحيوى *Anabaena azollae* داخل فجوة الورقة. وقد أمكن اختبار قدرة هذه البكتريا على تثبيت النتروجين الجوى، حيث إتضح أنهـا غير قادرة على ذلك. كما لوحظ أيضا أن الأوراق السرخسية للأزولا والخاليـة من الكيان الحيوى *Anabaena azollae* إلا أنها تحتوى على بكتريا، لا تقـوم بعملية تثبيت النتروجين، وبالتالى ليس لهذه البكتريا علاقة بتثبيت النتروجين.

الألياف النباتية Plant Fibers

يستغل الإنسان منذ بداياته الأولى الألياف النباتية لتجهز خيوط الغزل فى صناعة ملابسه ومنسوجاته. تعتبر بعض نباتات الألياف منذ أقــدم المحاصــيل المعروفة مثل الكتان والقنب البنغالى والقطن والتيــل. توصــف الأليــاف ذات الأهمية القصوى بأنها الألياف التى تصلح لإنتاج خيوط غزل دقيقــة وناعمــة، لصناعة الملابس والمفروشات، وتمثل ألياف القطن مقدمة الألياف التى تستعمل لهذا الغرض منذ القرن التاسع عشر. من الألياف الهامة ايضا، تلك التى تــستغل لصناعة الحبال وبعض أنواع السجاد والأجولة وأدوات التغليف والتعبئة الأخرى، ومن أمثلة النباتات المنتجة لهذه النوعية من الألياف: الجوت والتيل والسيــسال. وبالمثل، توجد بعض الألياف الهامة التى يــستفاد منهــا فــى صــناعة أوراق الكرتون، مثل ألياف نبات *Stipa tenacissima* L. من العائلة النجيلية. ومــن الألياف النباتية ذات النوعية الخاصة، ألياف جوز الهند Coir التى تستعمل فــى صناعة الدواسات (مساحات الأرجل). وألياف ذرة المكانس، التى يستفاد منها فى صناعة المكانس، وألياف نخيل الرافيا *Raphia venifera* التى تــستخدم فــى عمليات تطعيم النباتات. فضلا عن هذا، توجد ألياف نباتية أخــرى ذات أهميــة خاصة فى صناعة الدوبارة والحبال الخشنة، وفى تغليــف شــتلات الأشــجار وصناعة بعض أنواع المقاعد الخفيفة، مثل ألياف بعض أنواع النخيل الأخــرى والسيسال.

تعتبر المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية أهم مناطق إنتــاج الأليــاف النباتية، إذ يبلغ إنتاجها حوالى ٩٦% من جملة الإنتاج العالمى للألياف.

وبالرغم من التطور الهائل فى صناعة الألياف الصناعية، إلا أن الألياف النباتية لا تزال تحتفظ بدورها السيادى فى هذا الشأن. نبات القطن، مثلا، يــوفر بمفرده ٤٣% من مجموع إنتاج جميع الألياف الأخرى، فضلا عن أن الأليــاف النباتية مجتمعة توفر ٦٤% من الإنتاج العالمى للألياف، مقابل ٦% تــأتى مــن

مصادر حيوانية (صوف وحرير)، فى حين أن الألياف الصناعية (ألياف سليلوزية وألياف مخلقة) تمثل ٣٠% من الإنتاج العالمى.

تمتاز الألياف النباتية بأسعارها المنخفضة بالمقارنة مع نظيرتها الحيوانية وبعض الألياف المجهزة صناعيا، هذا بالإضافة إلى تميزها ببعض الصفات التقنية مثل القدرة العالية على امتصاص الرطوبة، وملاءمتها لصناعة الأقمشة والمفروشات أو أدوات التغليف والتعبئة.

من جهة أخرى، تعتبر الألياف الأخرى محل جدل ومثارا للتدبر والتفكير عند تجهيزها لبعض الأغراض الصناعية فيما يختص بقدرتها على اكتساب الأصباغ، وتأثيرها الحرارى الناتج عن الملبوسات الصوفية والحريرية، فضلا عن بعض الآثار السلبية كالحساسية وغيرها الناشئة عن كثير من الألياف المجهزة صناعيا والتى يستفادبها فى صناعة الأقمشة والمنسوجات وغيرها.

إلى جانب ما تقدم، تعتبر الألياف النباتية ذات أهمية خاصة للحفاظ على البيئة من التلوث إذا ما قورنت فى ذلك بنظيرتها الحيوانية أو الصناعية ذات التأثير السلبى فى هذا الشأن.

وفى مجال التجارة الدولية، لا تزال الألياف النباتية تساهم بالجزء الأكبر من إنتاج الألياف، أمافى مجال التصنيع فإن الألياف النباتية تواجه منافسة حقيقية مع الألياف الصناعية، إلا أن مكانتها التسويقية ليست سيئة، طالما استعملت طرق إنتاج عالية الكفاءة، وكانت الألياف ذات نوعية مماثلة وبكميات وافرة.

يوفر نبات القطن ٦٨% من مجموع الألياف النباتية، يليه الجوت (١٤%)، والتيل والكركديه (٦%) ثم السيسال (٣%) فى حين يساهم نوعا المنطقة المعتدلة، الكتان والقنب بحوالى ٣%، ١% على التوالى. يساهم عدد كبير من النباتات بالجزء المتبقى من إنتاج الألياف،حيث تمثل هذه النباتات أهمية محلية، باستثناء ألياف جوز الهند وألياف قنب مانيلا، والتى تمثل كلا منها أهمية اقتصادية فى مجال التصدير.

القطن Cotton

تترتب طرز القطن المنزرعة فى أربعة أنواع يضمها جـــنس *Gossypium* من العائلة الخبازية *Malvaceae* وذلك على النحو التالى:

١. القطن الإفريقى .*Gossypium herbaceum* L.

٢. القطن الأسيوى *Gossypium arboreum* L، وهذان النوعان من أقطان العالم القديم، التى تتميز مجموعتها الكروموسومية بأنها ثنائيـــة (2n=26) Diploid.

٣. القطن الأمريكى .*Gossypium hirsutum* L.

٤. القطـــن المـــصرى *Gossypium vitifolium* Lam. (*Gossypium barbadense* Mill.) ، وهما من أقطان العالم الجديد، التى تتميز بأنهـــا هجن متعـــددة الكرروموســـومات أو (رباعيـــة) Tetraploid (2n=52) Amphidiploid

يرجح أن يكون الموطن الأصلى للقطن فى إفريقيا، خاصة بعض الطـــرز التابعة للنوع *Gossypium herbaceum* الذى يعتقد أنه قد انتقل خلال الأزمنة القديمة جدا إلى كل من جنوب آسيا وأمريكا، حيث تم تهجينه مع انواع محلية من جنس *Gossypium* يحتمل أن النوع المـــصرى *Gossypium vitifolium* (Sea Island) قد نـــتج عـــن التهجـــين بـــين النـــوعين: القطـــن الإفريقـــى *Gossypium herbaceum* وقطن بيرو .*Gossypium raimondii* Ulb، كما يرجح أن القطن الأمريكى *Gossypium herbaceum* (*Upland*) قـــد نتج عن التهجين بـــين القطـــن الإفريقـــى *Gossypium hirsutum* والنـــوع *Gossypium thurberi tod.*. بناء على ما تقدم، يعتقد أن عديدا مـــن تحـــت الأنواع قد تطور عن هذين النـــوعين (Upland, Sea Island). أمـــا القطـــن الأسيوى .*Gossypium arboreum* L فإن نشأته التطورية غير مؤكدة، ومن

المحتمل أن يكون قد نشأ فى آسيا، إما مـن النـوع الإفريقـى *Gossypium herbaceum* أو من أحد الأنواع البرية المحلية.

فى الزراعات الحديثة، تسود زراعة أنواع العالم الجديد *Gossypium vitifolium, Gossypium hirsutum* حيث تساهم أصناف القطن الأمريكـى *Gossypium hirsutum* بحوالى ٨٠% من الإنتاج العالمى فى حـين تبلـغ مساهمة القطن المصرى حوالى ١٥% . من ناحية أخرى، تعتمد زراعة أصناف القطن الأمريكى غالبا على مياه الأمطار، بينما تزرع أصناف القطن المـصرى بنظام الرى. لا تزال أقطان العالم القديم تزرع فى مساحات شاسعة فى جنـوب وشرق آسيا، بينما تزرع أحيانا فى إفريقيا. فى الهند، يشغل القطـن الأسـيوى *Gossypium arboreum* ٢٨% من مساحة القطن المنزرعة، فى حين يشغل القطن الإفريقى *Gossypium herbaceum* ١٩% من نفس المساحة.

يعتبر إختراع آلة جنى محصول القطن عام ١٧٩٤ بواسطة العالم الأمريكى Whitney فضلا عن المبيدات الحشرية الحديثة، تطوران فى أساليب التقنيـة، كان لهما تأثيرهما الحاسم فى تطوير زراعة القطن كأهم نباتـات الأليـاف، إذ بدونهما كان من العسير الإعتداد بزراعة القطن فى معظم الدول المنتجة له.

توجد أكبر مساحات منزرعة بالقطن فى الهند (٧,٧مليون هكتار)، تليها الولايات المتحدة الأمريكية (٥,٢ مليون هكتار)، والصين (٤,٥ مليون هكتـار)، دول الاتحاد الروسى (٢,٨ مليون هكتار)، والبرازيل (٢,٦ مليون هكتـار) ثـم باكستان (٢ مليون هكتار). تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية أكبر منتج لأليـاف القطن (٣ مليون طن)، تليها دول الاتحاد الروسى (٢,٤ مليون طن)، والـصين (٢ مليون طن) ثم الهند (١,١ مليون طن). تمثل الولايات المتحـدة الأمريكيـة ودول الاتحاد الروسى أكبر الدول المصدرة لأليـاف القطـن الخـام، إذ تبلـغ صادرات كل منهما ٠,٧٠، ٠,٦٥ مليون طن على التوالى، فـى حـين بلغـت صادرات مصر والسودان عام ١٩٧٢، ٠,٢٩ مليون طن لكل منهما، كما بلغت

صادرات البرازيل ٠,٢٨ مليون طن، وباكستان ٠,٢٦ مليون طن، يمثل القطـــن أهم الصادرات فى كثير من الدول النامية. إذ تمثل الكمية المصدرة من القطن فى كل من مصر والسودان وتشاد أكثر من ٥٠% من مجموع صادرات هذه الدول، كما أن صادرات القطن فى كل من سوريا وأفريقيا الوسطى وباكستان وإيـــران وتركيا وبعض الدول الأخرى، تمثل واحدة من أكبر الصادرات. وبالمثل، يعتبر القطن فى إطار سياسة التنمية أساسا لصناعة النسيج المحلية فى الدول المنتجة.

نبات القطن بأنواعه المختلفة، معمر بطبيعته، إلا أنه يزرع كنبات حولى فى الزراعات الحديثة نتيجة لعمليات التربية والتحسين المستمرة. يتميز النبـــات بجذر وتدى طويل متفرع، قوى النمو، يتطور اثناء مرحلة البـــادرة، ويـــستدق بسرعة لدرجة يصبح معها فى سمك الجذور الجانبية حينما يصل إلى عمق قـــدم واحد من سطح التربة،وقد يصل طوله فى نهاية الأمر إلى ثلاثة أمتار. يتميـــز الجذر الوتدى لنبات القطن البالغ إلى ثلاث مناطق هى:

١- منطقة الجذور الجانبية الرئيسية، وهى المنطقة القاعدية من الجذر الوتدى.
٢- منطقة وسطى يتكشف بها بعض الجذور الجانبية.
٣- منطقة قمية تتميز بعدد من الجذور الجانبية المتزاحمة، محـــدودة الطـــول.

تتكشف الجذور الجانبية فى أربعة صفوف طولية، على امتداد الجذر الوتدى، نظرا لارتباط نظام خروج هذه الجذور بأذرع الخشب فى الجذر الأب الـــذى يوصف بأنه رباعى أذرع الخشب Tetrarch. تجدر الإشارة إلى أنه غالبا ما يصعب تمييز هذا النظام، خاصة فى حالة الزراعة الكثيفة. تنمـــو الجـــذور الجانبية وتمتد لمسافة ما فى الاتجاه الأفقى ثم تتجه إلى أسفل ولأعماق تصل أحيانا إلى مترين أو أكثر.

الساق الأصلى والأفرع الجانبية الـــسفلى، صـــادقة المحـــور Monopodial، خضرية، وهذا يعنى عدم تكشف أى أزهار فى آباط الأوراق. الأفرع الثمريـــة كاذبة المحور Sympodial، إذ تتكشف الأزهار فـــى قمـــم الأفـــرع الثمريـــة،

وبالتالى يستكمل الفرع الثمرى نموه فى الطول عن طريق تكشف أحد البـراعم الإبطية الموجود فى إبط الورقة المجاورة للزهرة، أى أن الأزهار المحمولة على الأفرع الثمرية لا توجد فى آباط الأوراق، وإنما تتكشف مـستقلة فـى نهايـات السلاميات، الأمر الذى تبدو معه الثمار المتكونة وكأنها فى وضع متقابـل مـع الأوراق.

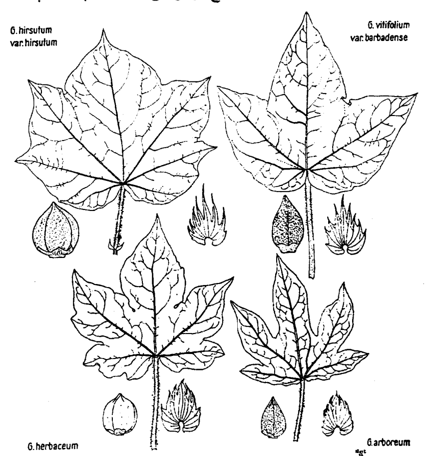
السيقان والأوراق تكون غالبا، مغطاة بشعيرات كثيفة، كمـا تحمـل جميـع أعضاء النبات، عادة، غددا داخلية تظهر كنقط داكنـة اللـون، تعـرف بالغـدد الراتنجية أو الزيتية Resin or oil glands، توجد بكثرة فى جميع أجزاء النبات الخضرية والزهرية وخلايا الجنين والجذر الأولى. تحتوى هـذه الغـدد علـى إفرازات من زيوت طيارة وراتنجات وربما دباغ أيـضا، إلـى جانـب مـادة الجوسيبول Gossypol السامة خاصة فى الغدد التى لا تتعرض للضوء.

الأوراق بسيطة، معنقة ذات أذنات تسقط أحيانا فى طور مبكر، تحمل علـى الساق والأفرع الخضرية فى نظام حلزونى يعبر عنه بالقيمة $\frac{3}{8}$ كما فى الأقطان المصرية. الورقة كبيرة، مفصصة تفصيصا راحيا إلى ٣–٥ فـصوص عميقـة نسبيا ذات قمة مستدقة وقاعدة قلبية الشكل. نادرا ما تكون الورقة كاملة الحافة.

الزهرة مفردة، خنثى، منتظمة، ذات محيط خارجى يتركب من ثلاث قنابات كبيرة هو محيط تحت الكأس Epicalx. قد توجد مجموعة من الغدد الرحيقيـة يكون عددها غالبا ثلاث، يوجد كل منها عند قاعدة إحدى القنابات. الكأس يتكون من خمس سبلات ملتحمة، تظل محيطة بإحكام بقاعدة الثمرة بعد تطورها. يوجد داخل الكاس غدة رحيقية زهرية، تنشأ من خلايا البشرة عند قاعدة الكأس مـن داخله. يتركب التويج من خمس بتلات منفصلة، تلتحم من أسفل بقاعدة الأنبوبـة السدائية التى تنشأ عن التحام خيـوط الأسـدية، إذ أن الأسـدية فـوق بتليـة Epipetalous. كثيرا ما توجد بقعة أرجوانية عند قاعدة البتلة تعزى إلى وجود صبغة الأنثوسيانين وتعرف هذه البقعة بالعين. يتركب الطلع مـن عديـد مـن

الأسدية ملتحمة الخيوط، منفصلة المتوك، تحيط بالمتاع. المتاع يتركب من ٢-٥ كرابل ملتحمة، ذات قلم طويل وميسم مفصص إلى عدد من الفصوص مساو لعدد الكرابل الملتحمة. يتركب المبيض فى القطن المصرى غالبا، من ثلاثة مساكن وأحيانا أربعة، بكل مسكن عدد من البويضات المنعكسة يتراوح بين ٨-١٠أو أقل من ذلك، تترتب فى صفين متوازيين، حيث تتصل البويضات بالمشيمة المركزية بأحبال سرية قصيرة.

ثمرة القطن علبة Capsule تعرف باللوزة Boll، (شكل ٢٤) تتفتح عند النضج إنفتاحا مسكنيا إلى عدد من الفصوص يختلف تبعا لعدد المساكن. يختلف شكل الثمرة باختلاف الأصناف والأنواع، وهو من صفات النبات الثابتة.



شكل (٢٤): طرز الأوراق والثمار فى نبات القطن.

البذرة The Seed

يحتوى كل مسكن من مساكن المبيض على عدد من البويضات تنضج بعد الإخصاب إلى بذور يتراوح عددها بكل مسكن بين ٧-٩ بذور.جدير بالذكر، أن عدد البذور الناضجة يكون عادة، أقل من عدد البويضات فى المبيض، نظرا لأن كثيرا من هذه البويضات لا يتم إخصابها، أو يتوقف نموها لسبب ما، وبالتالى لا يتم نضجها، وتسمى هذه البذور الناقصة بالبذور الميتة.

البذور كمثرية الشكل، أو غير منتظمة، ذات قصرة صلبة، هشة نوعا، تنشأ عن غلافى البويضة معا بعد تحورهما أثناء النضج. يلى القصرة طبقتين غشائيتين رقيقتين، تحيطان بالجنين، تمثل الأولى منهما بقايا النيوسيلة، وتمثل الثانية بقايا الإندوسبرم. فلقتا الجنين كبيرتان، كثيرتا الالتواء بعضهما على بعض.

يغطى سطح البذرة شعيرات كثيفة، تنشأ من خلايا البشرة الخارجية للقصرة (شكل ٢٥) وهى نوعان:

أ-شعيرات طويلة، سهلة الانفصال عن قصرة البذرة وتعرف بشعر أو تيلة القطن Cotton Lint وهى الشعيرات ذات الأهمية الاقتصادية.

ب-شعيرات قصية جدا، صعبة الانفصال، تظل عالقة بقصرة البذرة بعد إزالة التيلة، وتعرف بالزغب Linters أو Fuzz وتتميز بلون أبيض أو أخضر بنى، هذا، ويختلف توزيع الزغب على البذور فى الأقطان المختلفة من طبقة كثيفة تغطى سطح البذرة، إلى خصلة قصيرة عند قمتها.

شعر القطن Cotton Hairs

ينشأ شعر أو ليفة القطن كنمو وحيد الخلية، أسطوانى الشكل نتيجة لامتداد الجدار الخارجى للبشرة الخارجية لغلاف البويضة الخارجى (شكل ٢٥). يبدأ تكوين شعرة القطن يوم تفتح الزهرة، أو بعده مباشرة، إذ لا يتوقف فى ذلك على عملية الإخصاب، فإذا تم الإخصاب، يستمر الشعر فى النمو والاستطالة بسرعة، وإذا لم يتم، تتوقف الاستطالة بعد وقت قصير. يبدأ الشعر فى التكشف أولا عند

قاعدة البويضة، أى الطرف الكلازى، ثم يمتد تكوينه متجهـا إلـى قمتهـا، أى الطرف النقيرى، وآخر ما يتكشف هو الشعر القريب من النقير.

توجد فترتان من النشاط تمر بهما شعرة القطن: الفترة الأولى وهى التى تمر من يوم تفتح الزهرة وتستمر حتى اليوم الثالث أو الرابع بعد التفتح، وما ينـشأ خلال هذه الفترة يكون شعر التيلة lint. أما الفترة الثانية فهى لا تبدأ إلا بعد أن يكون شعر التيلة قد تم نشوءه وتحديد نظام توزيعه على سطح البذرة، وتبدأ هذه الفترة من اليوم الخامس بعد تفتح الزهرة وتستمر حتى حوالى اليوم الثانى عشر بعد التفتح، وما ينشأ خلالها من الشعر يكون الزغب Fuzz.

نمو شعرة القطن Growth of the hair

يمر نمو الشعر بطورين من النمو: نمو فى الطول، ونمو فى السمك.

النمو فى الطول:

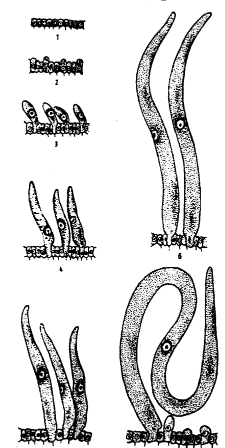
يبدأ نمو الشعرة بامتداد الجدار الخارجى لخلية من خلايا البشرة الخارجيـة لغلاف البويضة الخارجي، حيث يستطيل هذا الامتداد مكونا نتـوءا أسـطوانى الشكل، تتجه نحوه نواة الخلية داخلة إياه، ويستمر هذا النتـوء فـى الاسـتطالة وتصبح جوانبه الداخلية مبطنة رقيقة من السيتوبلازم. تصل الشعرة إلى قطرها الكامل فى بداية نموها، ويقتصر النمو خلال هذه المرحلة على الاستطالة. يبلـغ طول تيلة القطن Lint ذات الأهمية الاقتصادية فى الأصناف الحديثـة ٢٠مـم فأكثر، فى حين يبدأ طول التيلة فى الطرز البدائية إبتداء من ٩,٥مم.

النمو فى السمك:

عندما تتم استطالة الشعرة، تبدأ الزيادة فى سمك الجدار بترسيب طبقـات مـن السليلوز على الجانب الداخلى للجدار الإبتدائى. تتم الزيادة فى السمك قبيل تفتح الثمرة مباشرة، وبذلك يتمشى نمو الشعرة مع نمو الثمرة. يترسب الجدار الثانوى فى طبقات دائرية متتالية، بحيث تظهر فى قطاع عرضى كحلقات أشبه بحلقـات النمو.

يظل بروتوبلازم الشعرة حيا إلى ان تنضج الثمرة وتتفتح، عندئذ تجف الشعرة وتنطبق جدارها وتصبح شريطية تلتوى الشعرة أثناء جفافها على امتداد جدرها عدة التواءات، لا تحدث فى اتجاه واحد دائما (شكل ٢٥).

تعتبر هذه الإلتواءات من الصفات المميزة لشعرة القطن، كما أن لها أهمية تقنية فى صناعة الغزل، حيث أنها تعمل على تماسك الشعرات معا وتمنع إنزلاقها فى خيط الغزل، وذلك فى إطار صناعة المنسوجات القطنية.



شكل (٢٥) ألياف القطن وتطورها.

١. بشرة غلاف البويضة قبل تفتح الزهرة.
٢. بداية تكشف الشعرة.
٣. شعرة عمرها ٢٤ ساعة.
٤. شعرة عمرها يومان.
٥. شعرة عمرها ثلاثة أيام.
٦. شعرة عمرها خمسة أيام.
٧. شعرة عمرها عشرة أيام (بداية تكشف الزغب).

تركيب الشعرة Structure of the hair

تتركب شعرة اقطن الناضجة من الأجزاء التالية:

١-الأدمة Cuticle: وهى الطبقة الشمعية الخارجية التى تحيط بالجدار الإبتدائى. وجود هذه الطبقة يحول دون امتصاص الشعرة للماء.

٢-الجدار الابتدائى Primary wall: وهو الجدار الأصلى الرقيق للخلية الليفية، يتركب من سليلوز وبكتين.

٣-الجدار الثانوى Secondary wall: وهو الجدار الذى يتم ترسيبه على الجدار الابتدائى من الداخل أثناء نمو الشعرة فى السمك، ويتركب من طبقات متتالية من السليلوز النقى، حيث تتركب كل طبقة من عدد كبير من أشرطة سليلوزية متفرعة، تمتد حلزونيا من قاعدة الشعرة إلى قمتها، وينعكس اتجاه الحلـــزون أثناء ذلك عدة مرات من طبقة إلى أخرى.

٤-الفجوة The cavity: وهى الفجوة الداخلية التى تمتد على طـــول الـــشعرة، وتحتوى على بقايا البروتوبلازم غير الحية.

الزغب Fuzz or Linters :

ينشأ الزغب كنمو إسطوانى الشكل، وحيد الخلية، من إحدى خلايا البشرة الخارجية لغلاف البويضة الخارجى، وبطريقة مماثلة لنشوء تيلة القطن، غير أن نموه فى الطول يكون محدودا، كما أن قطر الزغب يكون عادة أكبر من قطـــر التيلة، فضلا عن أن قناة الزغب تكاد تكون معدومة عندما يكتمل ترسيب الجدار الثانوى.

بصفة عامة، يمكن القول أن الاختلافات بين أنواع وأصناف القطن تكمن فى نظام التفرع، وشكل الأوراق (شكل ٢٤)، وشكل وطول الأوراق الغلافيـــة، وطول وشكل الثمار، فضلا عن كمية ونوعية الألياف. تجدر الإشـــارة إلـــى ان التمييز بين الأصناف الحديثة يكون غالبا صعبا، إذا ما اعتمد فـــى ذلـــك علـــى صفاتها الخضرية، ولذلك تعتبر طرق إكثار البذور هامة لزراعة القطن.

الاحتياجات البيئية:

يعتبر نبات القطن من نباتات المناطق الحارة، تمتد زراعته بين خطى عرض ٣٠ شمالا وجنوبا، غير أن استمرار عمليات التربية والتحسين للأقطان المنزرعة أدى إلى انتشار وتوسع زراعته فى مناطق جديدة تمتد إلى خط عرض ٤٨ شمالا وخط عرض ٣٢ جنوبا. ينبغى أن لا تقل درجة حرارة التربة بعد الزراعة عن ١٨°م. وتعتبر درجة الحرارة المثلى ٣٥°م، فى حين تكون درجة الحرارة المثلى لمراحل النمو المتعاقبة ٢٧°م. ارتفاع الحرارة أكثر من ٤٠°م يؤدى إلى الإضرار بالثمار بل وتساقطها. نبات القطن حساس للغاية للصقيع، إذ تعتبر زراعته ممكنة فقط. إذا ما توفر له فترة نمو خالية من الصقيع تقدر بمائتى يوم. القطن الأمريكى يكون غالبا محايدا ضوئيا، يتحدد موعد إزهاره بالدرجة الأولى بناءا على درجة الحرارة السائدة، وعموما، فإن ظروف النهار القصير تسرع من تطوره، عندما تكون الحرارة أقل من حدودها المثلى. تؤدى ظروف الجو ذى الشمس الساطعة إلى تشجيع الإزهار وعقد الثمار، ولذلك تتحقق أعلى إنتاجية فى المناطق الجافة التى يزرع فيها القطن بنظام الرى كما فى جنوب روسيا ومصر، ينتمى القطن إلى المناطق نصف الجافة ذات الأمطار الصيفية، ومن الممكن زراعته عند توفر متوسط كمية أمطار سنوية يتراوح بين ٦٠٠-١٥٠٠مم. ينبغى ألا تكون هناك أمطار خلال فترة نضج الثمار، نظرا لأن الأمطار بعد التفتح تؤثر سلبيا على نوعية وصفات الألياف (الشعر)، الأمر الذى يؤدى إلى خسارة كبيرة.

نبات القطن مقاوم لظروف الجفاف نظرا لتميزه بمجموع جذرى متعمق كثيرا فى التربة، إلا أن استمرار ظروف الجفاف طويلا خلال مرحلتى الإزهار وتطور الثمار يؤدى إلى الإضرار بالمحصول. الرياح الشديدة يمكن أن تضر بالبادرات، فضلا عن أنها تؤدى إلى تناثر الألياف بعد تفتح الثمار.

يحتاج نبات القطن إلى تربة جيدة الصرف، عميقة الحذمة، تتراوح درجة حموضتها بين ٦-٨ pH. يتحمل القطن نسبيا ظروف الملوحة، إذ أن ظروف ملحية تتراوح بين ٠,٥- ٠,٦% تعتبر غير ضارة لمعظم الأنواع والأصناف، إلا أنه توجد إختلافات واضحة بين الأصناف فيما يختص بدرجة حساسيتها للملوحة.

تؤدى وفرة التسميد النتروجينى إلى تشجيع النمو الخضرى وبالتالى إلى إطالة أمده. يعتبر التسميد البوتاسى الجيد هاما للحصول على ألياف ذات صفات نوعية جيدة، فضلا عن أهميته لمقاومة الأمراض. يوصف نبات القطن بأنه ذا احتياجات عالية من الكالسيوم، كما يتحمل. تركيزات عالية نسبيا من البورون فى التربة.

المحصول والأهمية الاقتصادية:

من الممكن أن يبلغ محصول القطن الخام (القطن الزهر)،تحت الظروف المثالية، ٤٠ قنطار للهكتار، غير انه من النادر عمليا أن يتجاوز المحصول ٢٥ قنطارا للهكتار، ويبلغ المتوسط العالمى ١١ قنطارا فقط للهكتار، نظرا للإنخفاض الكبير فى إنتاجية كثير من الدول، إذ تحقق الهند ٥ قنطار للهكتار. فى حالة الأصناف البدائية، يتراوح صافى محصول الألياف بعد الحلج (بعد فصل البذور) بين ٢٠-٢٥%، أما الأصناف الجيدة من القطن الأمريكى Upland فإنها تحقق حاليا صافى حليج من الألياف يقدر بحوالى ٣٥% على الأقل ، وقد يتجاوز ٤٠% فى حالة أجود الأصناف.

يوضع فى الاعتبار عند تقييم الألياف (التيلة) نظافتها وخلوها من الألوان والشوائب الغريبة، فضلا عن صفات الطول والنعومة.

فى هذا الصدد، يستطيع الزراع تحسين القيمة التسويقية للألياف عن طريق اختيار التوقيت المناسب لجنى المحصول والعناية به، فضلا عن تصنيفه إلى

فئات قبل تسويقه، وذلك تبعا لنقاوته وجود صفاته، نظرا لأن تيلة القطن تعتبر أهم منتجاته لصناعة المنسوجات القطنية.

تمثل البذور المتحصل عليها بعد فصل ألياف القطن منتجا عالى القيمة، إذ تعتبر مصدرا للزغب (٥%)، والزيت (٢٤%)، وبقايا عصر البذور بعد استخلاص الزيت اى الكسب (٣٣%)، والقصرة (٣٤%). يعتبر الزيت أكثر منتجات بذور القطن قيمة، إذ بلغ الإنتاج العالمى منه ٢,٧ مليون طن. يستفاد من زيت بذرة القطن كزيت طعام وفى صناعة المرجرين وتعليب السردين وصناعة الصابون والجليسرين وإنتاج بعض الأحماض الدهنية، وذلك بعد تنقيته والتخلص من مادة الجوسيبول السامة الموجودة بالبذور.

يحتوى كسب القطن على أكثر من ٤٠%بروتين خام، ويستعمل فى تغذية الحيوانات كعلائق عالية القيمة. يمثل الكسب ٣٣% من وزن البذور، ويعتبر الكسب الناتج من البذور المقشورة أعلى فى قيمته الغذائية من نظيرتها غير المقشوره. تصبح مادة الجوسيبول غير ضارة فى الكسب، نظرا لاتحادها مع بروتين البذرة، الأمر الذى يجعل كسب القطن صالحا لتغذية الحيوانات، خاصة المجترات.

جدير بالذكر، أنه توجد عدة طرق كيماوية وميكانيكية للتخلص من الجوسيبول أو جعله غير ضار، وعموما، فقد أمكن تربية أصناف تخلو بذورها من مادة الجوسيبول.

يتم فصل الزغب آليا من البذور، حيث يستفاد منه بصفة أساسية كمصدر لألياف السليلوز ومنتجات السليلوز الأخرى مثل صناعة الورق والحرير الصناعى كما يستفاد منه أيضا فى صناعة مواد اللدائن وأفلام التصوير.

يستفاد من قصرة البذور كمادة خشنة فى علائق تسمين الحيوانات خاصة الماشية، كما تدخل فى صناعات مختلفةمثل الزراير واللدائن والمطاط الصناعى. علاوة على ما تقدم، يستفاد من قصرة البذور كسماد أو كمواد للوقود.

الكابوك Kapok

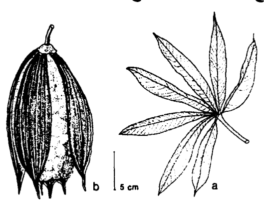
يحصل على الحرير النباتى المعروف تجاريا باسم كابوك Kapok من ثمار شجرة القطن الحريرى *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. التى تنتمى إلى العائلة *Bombacaceae*. شجرة القطن الحريرى ضخمة، يتراوح ارتفاعها بين ٥٠-١٠٠ قدم، ذات جذع سميك يتراوح قطره بين ٤-٦ قدم، تشاهد جذور سميكة عند قاعدته، مغطى بقلف مشقق، رمادى اللون. توجد هذه الشجرة فى غابات وسط وغرب إفريقيا، فضلا عن دول جنوب شرق آسيا مثل الفلبين والهند وسرى لانكا.

أوراق النبات مركبة (شكل ٢٦) وريقاتها جالسة رمحية الشكل قد يصل عددها خمس عشرة. الأوراق متساقطة، قد تسقط معا مرة واحدة وقد تسقط على فترات، الأمر الذى يظهر معه جزء مورق من الشجرة بينما الآخر عاريا.

تزهر الشجرة عادة وهى خالية من الأوراق الخضراء. الزهرة خماسية الوريقات الزهرية، ذات مبيض يحتوى على خمسة مساكن، وقلم ينتهى بميسم مفصص إلى خمسة فصوص. الثمرة علبة Capsule، مدببة الطرفين (شكل ٢٦)، يبلغ طولها حوالى ٨ بوصة، تحتوى على عديد من بذور سوداء اللون تكون محاطة بشعيرات حريرية ناشئة من خلايا بشرة الجدار الداخلى للمبيض وليس عن قصرة البذرة. تنتج الشجرة حوالى ٦٠٠ ثمرة، يتراوح محصولها من الشعر (الألياف) بين ٣-٥ كيلو جرام تقريبا.

شعر الكابوك لامع أبيض اللون، أو يميل إلى الإصفرار، يتراوح طول الشعرة بين ٠,٥-١,٥بوصة، وهى وحيدة الخلية، إسطوانية الشكل، يتوسطها فجوة واسعة ممتلئة بالهواء. طرف الشعرة مدبب وقاعدتها عريضة، جدارها رقيق ناعم عدا قاعدتها حيث توجد علامات دائرية الشكل، ولهذا تفتقر الألياف إلى خاصية التلاصق، وبالتالى لا تصلح للغزل. ومع هذا ، يستفاد منها، نوعا

ما، فى إنتاج منسوجات باستخدام مواد كيميائية تؤدى إلى خشونة سطحها، وتبعا لذلك يمكن خلطها مع ألياف أخرى تصلح للغزل.



شكل (٢٦): نبات القطن الحريرى

a ورقة b ثمرة ناضجة منفتحة

الأهمية الاقتصادية:

١. شعر الكابوك خفيف الوزن، غير منفذ للماء، ولهذا يستخدم فى صناعة أحزمة النجاة والعوامات الخفيفة. كما يستخدم كمادة عازلة فى المبردات، وصناعة قفازات الثلج، نظرا لأنه موصل ردىء للحرارة.

٢. يستفاد أيضا من ألياف الكابوك فى حشو مراتب ومخدات النوم وغيرها. ونظرا لأن الألياف سريعة الإحتراق، فإنها تستخدم لصناعة الألعاب النارية فى الهند.

٣. تحتوى بذور القطن الحريرى على حوالى ٢٥% زيت غير مجفاف، يستفاد منه فى صناعة الصابون وزيوت التشحيم، وعندما ينقى، فإنه يستخدم فى أغراض التغذية. فى المناطق الاستوائية، تطحن البذور وتستخدم كغذاء.

٤. الكسب المتبقى بعد استخراج الزيت من البذور يعتبر علفا مناسبا للماشية، نظرا لاحتوائه على مقادير مناسبة من النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

٥. يستفاد أيضا من خشب الأشجار، نظرا لأنه أبيض اللون ويسهل تشكيله، إلا أنه ليس على درجة كافية من المتانة.

الألياف اللينة Soft Fibers

الكتان Flax

يتفرع ساق نبات الكتان .*Linum usitatissmum* L ، العائلة الكتانية *Linaceae* قريبا من قمته إلى بضعة أفرع تحمل عند نهايتها الأزهار. يعتبر ارتفاع الساق من سطح الأرض إلى أدنى فرع عاملا رئيسيا فى تقدير قيمة المحصول من الألياف. الجزء الخالى من الأفرع هو الذى يحصل منه على ألياف. تزرع أصناف الكتان أساسا لإنتاج الألياف، إلا انه توجد أيضا طرز مزدوجة المنفعة، أى لإنتاج كل من الألياف وزيت البذرة.

يبلغ الإنتاج العالمى من ألياف الكتان ٦٤١٠٠٠طن، وتعتبر دول الاتحاد الروسى أكبر منتج لها، إذ يبلغ إنتاجها السنوى من الألياف ٤٥٨٠٠٠طن، هذا، إلى جانب ما تنتجه مصر ويقدر بحوالى ١٢٠٠٠طن.

ساق الكتان قائمة، رفيعة ناعمة، خضراء اللون، يصل ارتفاعها إلى حوالى أربعة أقدام، ذات قطر يبلغ حوالى ٣مم. يساعد تزاحم النباتات فى الزراعة الكثيفة على زيادة طول الساق قليلة الأفرع. الساق مستديرة فى القطاع العرضى، مجوفة، ذات حزم وعائية جانبية مفتوحة، تترتب فى صورة أشرطة وعائية يفصلها عن بعضها البعض أشعة نخاعية من خلايا بارنكيمية.

ألياف الكتان عبارة عن أشرطة الألياف التى تستخرج من ساق النبات، وتعرف بألياف اللحاء. توجد هذه الألياف فى حزم غير منتظمة الشكل، خارج اللحاء الإبتدائى للحزم الوعائية. يتفاوت عدد حزم الألياف فى الساق وقد يبلغ ٣٠ حزمة. تحتوى الحزمة على حوالى ٢٥ خلية ليفية، وهى مرتبة فى بضع طبقات، وقد يقل العدد أو يزيد عن ذلك.

تركيب ألياف الكتان:

يتراوح طول ليفة الكتان بين ٣٠-٩٠ سم، وتتركب من خلايا ليفية تتفاوت فى أطوالها بين ٢,٥-٤ سم، ذات اقطار تتراوح بين ١٣-٢٠ ميكرون. الخلية

الليفية مستدقة الطرفين، مضلعة فى القطاع العرضى، ذات جدار سميك جدا، قد يصل إلى حوالى ٩٠% من مساحة الخلية. فجوة الخلية الليفية تظهر فى صـــورة قناة ضيقة. يتراوح عدد طبقات الجدار الثانوى فى الخلية الليفية بـــين ٣٠-٣٥ طبقة، تتركب كل طبقة من صفائح سليلوزية رقيقة تترسب فوق بعضها. يتركب الجدار الثانوى من سليلوز تتراوح نسبته بين ٧٥-٩٠% أو أكثر، فـضلا عـــن مقدار قليل من اللجنين، جدير بالذكر، أن كثرة وجود اللجنين فى جدر الأليـــاف يعتبر صفة غير مرغوب فيها، نظرا لأنه يزيد من صـــعوبة فـصل الأليـــاف، ويجعلها خشنة غير مرنة. لقد وجد أن تلجنن الجدر لا يتم بدرجة واحدة، فالخلايا الليفية الخارجية فى حزمة الألياف تكون أكثر تلجننا، كما أن جدر الخلايا الليفية الموجودة عند قاعدة الساق تكون شديدة التلجنن مقارنة بغيرها. تـزداد درجـــة تلجنن الجدر بتقدم النبات نحو النضج. تتراكب نهايات الخلايا الليفية فوق بعضها البعض فى الليفة مما يزيد من متانتها. ألياف الكتان مرنة وناعمة، تفـــوق فـــى متانتها تيلة القطن، جيدة الرونق، موصلة للحرارة. تشاهد ألياف الكتـــان تحـــت الميكروسكوب فى صورة أنابيب رفيعة، توجد على جدرها علامات على هيئة خطوط رفيعة عرضية مائلة منفصلة عن بعضها، وأحيانا تتقاطع هذه الخطـــوط مع بعضها. يرجع وجود هذه الخطوط والحلقات إلى بقايا الجدار الابتدائى للخلية الليفية والتى ظلت عالقة ومتصلة بالجدار الثانوى لها.

قد تبقى أجزاء دقيقة من الخلايا البارنكيمية المجاورة، ملتصقة بجدار الخلية الليفية، كما تشاهد مناطق منتفخة فى الجدار الخلوى تشبه العقد Knots، يعـــزى وجودها إلى الضرر الميكانيكى الذى تتعرض له الألياف عند فصلها من الساق. تشاهد أيضا على الألياف خطوط دقيقة جدا تمتد طوليا فى ترتيـــب حلزونـــى، تعزى إلى طبيعة ترسيب لويفات السليلوز.

استخراج ألياف الكتان:

تحصد النباتات يدويا قبل تطاير الندى، تلافيا لتساقط الثمار. تترك النباتـات فترة تتراوح بين ٢-٣ يوم لكى تجف، ثم تربط فى حزم قطرها حوالى ١٥سم. تفصل الثمار عن السيقان عن طريق سحب السيقان خلال أسنان مـن الـصلب. تنقل الحزم إلى مكان التعطين، حيث تغمر فى الماء لفترة حوالى أسبوعين.تسمى هذه العملية بالتعطين Retting. تفضل المياه بطيئة الحركة عن الساكنة، نظـرا لأن الأولى تساعد على إزالة نواتج التحلل والتى قد يسبب تراكمها حول السيقان تأخير إتمام عملية التعطين. يؤدى غمر السيقان فى الماء إلى تشبعها به تدريجيا، ويطرد بالتالى الهواء الموجود داخل أنسجتها، وخلال هذه الفترة تنشط بكتيريا لا هوائية خاصة من جنس *Clostridium* تحلل المادة البكتينية المكونة للـصفيحة الوسطى التى تربط بين جدر الخلايا المتجاورة، الأمر الذى يؤدى إلـى تفكـك الألياف عن بعضها وعن الأنسجة المجاورة. ترفع السيقان من الماء بعد إتمـام عملية التعطين وتترك لتجف فى الهواء. توضع السيقان بين اسطوانات متحركة لتكسير عناصر الخشب. تمشط السيقان لإزالة بقايا الخشب والبارنكيما، فـضلا عن جعل الألياف متوازية.

الأهمية الاقتصادية لألياف الكتان:

١-صناعة الأقمشة الكتانية، ومنها ما يـستخدم فـى ترشـيح وتنقيـة بعـض التحضيرات الصناعية.

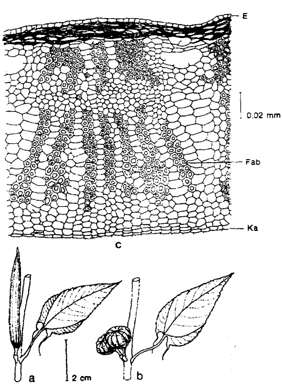
٢-صناعة الدوبارة وشباك الصيد.

٣-صناعة أنواع من الورق قوية التحمل، فضلا عن صناعة ورق السجاير.

الجوت Jute

يحصل على ألياف الجـوت التجاريـة مـن نـوعين تـابعين لجـنس *Corchorus* هما الجوت الأبـيض *Corchorus capsularis* L. والجـوت الأخضر (الملوخية) *Corchorus olitorius* L. الـذى ينتمـى إلـى العائلـة

الزيزفونية *Tiliaceae*. يوضح شكل (٢٧) تباين شكل الثمار فى كل من نوعى جنس الجوت. تعتبر المنطقة الممتدة من شرق الهند حتى بورما هـي المـوطن الأصلى للجوت الأبيض الذى لم يعثر عليه بحالة برية، ويعتبر مصدرا لحـوالى ٧٥% من ألياف الجوت فى كل من الهند وبنجلاديش. أما النوع الآخـر وهـو الملوخية فإنه ينمو وينتشر كنوع من الحشائش (الأعشاب) فى مناطق العالم القديم الإستوائية، فى حين يؤكل كخضر ورقية منذ القدم فى كل من إفريقيـا والهنـد ومناطق أخرى كثيرة، فضلا عن أنه أمكن تطويره فى شرق آسيا كنبات أليـاف وافر المحصول. يوضح جـدول (٥) أهـم الاختلافـات بـين نـوعى جـنس *Corchorus*:



شكل (٢٧): نبات الجوت

a ورقة وثمرة الجوت الأخضر   b ورقة وثمرة الجوت الأبيض

c قطاع عرضى فى قشرة الساق   E البشرة Fab حزم ليفية Ka كامبيوم وعائى

جدول (٥) مقارنة بين نوعى جنس الجوت

	Corchorus olitorius (الجوت الأخضر)	*Corchorus capsularis* (الجوت الأبيض)
الأوراق	يصل طولها إلى ٢٠سم. تؤكل كخضر	يصل طولها إلى ١٢سم. ذات طعم قابض
شكل الثمرة	علبة، مستطيلة، يبلغ طولها ٥-١٠سم قطرها يتراوح بين ٠,٣- ٠,٨سم	علبة، مستديرة قطرها يتراوح بين ١- ١,٥جم
البذور	رمادية إلى سوداء اللون أو مخضرة. يبلغ وزن ١٠٠٠ بذرة ٢جم	بنية اللون، يبلغ وزن ١٠٠٠ بذرة ٣,٢جم
الألياف	دقيقة، طرية، ملساء، ذات لون مصفر أو محمر، عالية المتانة	مفضضة، بيضاء اللون، خشنة، أقل نوعا ما فى متانتها من نظيرتها فى الملوخية
بيئة النمو	لا تتحمل الرطوبة	تتحمل ظروف الفيضانات حينما يبلغ ارتفاع النباتات مترا
المقاومة للأمراض	توجد منها أصناف جيدة المقاومة	ضعيفة المقاومة

يبلغ الإنتاج العالمى من ألياف الجوت ٢,٥ مليون طن، وتعتبر كلا من الهند وبنجلاديش أكبر الدول المنتجة، إذ تنتج كلا منهما حوالى واحد مليون طن، يليها الصين (٢٣٢٠٠٠ طن)، وبورما (٩٠٠٠ طن) ونيبال (٥٥٠٠٠ طن). تنتج آسيا حوالى ٩٨% من الإنتاج العالمى لألياف الجوت، وتعتبر البرازيل هى الدولة الوحيدة خارج نطاق آسيا التى يعتد بإنتاجها الذى وصل إلى حوالى ٥٠٠٠٠ طن.

يزرع الجوت بالبذور بحيث تكون كثيفة متزاحمة لإعاقة النباتات عن التفرع، إذ أن تزاحم النباتات يساعد فى زيادة طول الساق التى تكون حينئذ قليلة الأفرع، الأمر الذى يسهل الحصول على ألياف عالية الجودة. يصل ارتفاع نباتات كل من نوعى الجوت فى الأراضى الجيدة إلى ٤ متر، وقد تزداد أطوال نباتات الملوخية عن ذلك فى بعض الأحيان. توجد الأزهار فى مجاميع، تحتوى كل مجموعة على عدد قليل من الأزهار، يتراوح غالبا بين ٢-٣، وقد يصل أحيانا إلى خمس أزهار، تحمل مقابلة للأوراق التى تترتب على الساق فى وضع متبادل. تتركب ألياف الجوت من الحزم الإسكلرنكيمية فى قشرة الساق (شكل ٢٧) ويحصل عليها عن طريق التعطين Retting فى ماء جار، حيث تنفصل الألياف من الساق وقشرته البارنكيمية.

الاحتياجات البيئية:

يناسب زراعة الجوت المناخ الأسيوى الحار، حيث تتراوح درجة الحرارة الملائمة لنموه بين ٢٧-٣٢°م. كما تتطلب زراعة الجوت توفر كمية أمطار سنوية تبلغ حوالى ١٥٠٠مم، فضلا عن رطوبة جوية عالية لتحقيق نمو سريع والحصول على ألياف ذات نوعية جيدة. يعتبر كلا نوعى الجوت نباتات نهار قصير، ويمثل الإزهار صفة غير مرغوب فيها لإنتاج الألياف، ولذلك يزرع الجوت عندما يكون طول النهار أكثر من ١٢,٥ ساعة. يناسب زراعة الجوت أراضى ثقيلة طمبية إلى طمبية رملية، ذات درجة حموضة تتراوح بين ٦-٧ pH.

الحصاد والاستعمال الاقتصادى:

يحصل على أفضل نوعية ألياف، حينما تحصد النباتات مبكرا، أى بعد ٩٠ يوم فى حالة الجوت الأخضر، ١٠٠ يوم فى حالة الجوت الأبيض. يمكن الحصول على محصول وافر من ألياف ذات نوعية غير جيدة، إذ تم حصاد النباتات بعد فترة تتراوح بين ١١٠-١٢٠ يوم بعد الزراعة. تتباين الأصناف من حيث طول فترة نموها الخضرى.

عند استخلاص الألياف يجب أن تغمر النباتات بالكامل فى الماء ولفترة تتراوح بين ٨-١٠ أيام، على أن تكون درجة حرارة الماء ٢٥°م، إذ أن درجة الحرارة المنخفضة عن ذلك تؤدى إلى إطالة فترة الاستخلاص. تفصل الألياف بعد ذلك يدويا، وتغسل ثم تعلق فى الشمس لتجف. يتباين محصول الألياف تبعا للصنف وموعد الحصاد من ٤,٥- ٧,٥% وبمتوسط ٥,٥% من الوزن الطازج للسيقان. تبلغ أقصى إنتاجية من الألياف مقداراً يتراوح بين ٣,٥- ٤طن للهكتار، وكمتوسط جيد يحصل على حوالى ١,٥ طن ألياف للهكتار.

ألياف الجوت طويلة، تتراوح بين ١-٣ متر طولا، يتراوح طول الخلية الليفية بين ٠,٨-٥مم، وقطرها حوالى ١٠-٢٥ ميكرون، مقطعها العرضى

مضلع، ذات فجوة مستديرة، اتساعها غير منتظم على امتداد الخلية لدرجـــة أن الفجوة تصبح أحيانا ضيقة جدا. أطراف الخلية مقوسة وأحيانا تكون عريـــضة. الألياف ذات سطح غير ناعم ، خالى من العلامات السطحية. تتركب الليفة مـــن ٥٣% سليلوز، ٢٢% هيميسليلوز، ١١% لجنين، ١% دهـــن وشـــموع، ١٢% رطوبة، ١% رماد. فى كثير من الأحيان، تلتـــصق بالأليـــاف بعـــض الخلايـــا البارنكيمية. يصعب قصر لون الألياف، إلا أنها سهلة الصبغ. قصر اللون يقلـــل متانة الألياف، كما أن تعرضها للضوء يؤدى إلى قتامة لونها.

ونظرا لأن ألياف الجوت تتميز بدرجة مرونة منخفـــضة، فـــضلا عـــن قدرتها العالية على امتصاص الماء (٢٤% من الوزن الجاف) فإنها تعتبر أكثـــر ملاءمة لصناعة أدوات التعبئة،إذ يستغل حوالى ٧٥% من الإنتاج فى صـــناعة الأجولة، فى حين يستفاد من باقى الإنتاج فى صناعة بعض الأقمـــشة الخـــشنة رخيصة الثمن، فضلا عن بعض أنواع السجاد وفرش الأرضيات. ونظـــرا لمـــا تتمتع به ألياف الجوت من قدرة عالية على الصبغ فإنها تستعمل لتجهيز عناصر الزخرفة، والزينة.

يستفاد من سيقان النباتات المتبقية بعد عملية التعطين كمواد وقود، إذ يبلغ إنتاجها فى الهند حوالى ٢,٥ مليون طن، كما أنها تصلح أيضا لصناعة الـــورق ومواد البناء.

التيل Kenef والكركديه Roselle

يمثل العديد من أفراد العائلة الخبازية *Malvaceae* مـــصدرا لأليـــاف قشرية تستخرج من سيقان النباتات أهمها:

التيل *Hibiscus cannabinus* L.، كركديه الألياف *Hibiscus sabdariffa* L. *var. altissima* Wester يصعب التمييز بين كل من النـــوعين، غيـــر أن ألياف كل منهما مميزة عن الأخرى، لذا، يستعمل اصطلاح Kenaf للدلالة على كل من النوعين معا. يوضح الجدول التالى (٦) بعض الصفات المميزة لكل من

النوعين، مع مراعاة أنه توجد أصناف كثيرة من كل منهما خاصة نوع التيـل، تختلف فيما بينها من حيث شكل الأوراق أو لون الأزهار. يتميز أيضا الـصنف *Hibiscus sabdariffa var. sabdariffa* والمعـروف نباتيـا بالكركديـه *Roselle or Karkadeh* بالكأس ذى السبلات لحمية القوام، ذات اللون الأحمر القرمزى، والتى يجهز منها مشروب مفيد طبيا.

بدأت زراعة كل من النوعين لأول مرة فى إفريقيا، كمـا تـم تطـوير زراعة الكركديه فى جنوب شرق آسيا كنبات ألياف.

جدول ٦: مقارنة بين الكركديه والتيل

	كركديه الألياف Roselle	التيل Kenaf
عدد الكروموسات	٧٢	٣٦
الساق	زغبية ناعمة	زغبية خشنة نوعا
الأوراق	مفصصة تفصيصا راحيا، ذات أذنات مسننة الحافة تسنينا حادا	قلبية الشكل (السفلى)، عميقة التفصيص (العليا)
الكأس	خالى من الشعيرات، ذو قنابات قصيرة، عريضة، تظل خضراء عند نضج البذور، ليست لحمية كما فى حالة الكركدية	مغطى بشعيرات كثيفة، ذو قنابات طويلة حرة الطرف تصبح جافة عند نضج البذور
تحت الكأس	ينمو مع الكأس، طوله حوالى ٤/١ طول الكأس، ذو قنابات ملساء	ينمو حرا تقريبا، طوله حوالى ٢/١ طول الكأس، ذو قنابات خشنة نوعا
فترة النمو الخضرى	١٣٠ـ١٨٠ يوم	٧٠ـ١٤٠ يوم
الاحتياجات من مياه الأمطار	١٠٠٠ـ ٢٠٠٠مم	٥٠٠ـ٧٠٠مم
درجة الحرارة المناسبة	٢٠ـ٣٠°م	١٥ـ ٢٧°م
التوزيع الجغرافى	بين خطى عرض ٢٠° شمالا وجنوبا	بين خطى عرض ٤٥° شمالا، ٣٠° جنوبا
استخلاص الألياف آليا	صعب	سهل
مقاومة النيماتودا	جيدة	رديئة
مناطق الزراعة الرئيسية	جنوب شرق آسيا	إفريقيـا، أمريكـا الوسـطى والجنوبية، أوربا وآسيا

تزايد إنتاج كل من نوعى جنس *Hibiscus* بصورة ملحوظة منذ الحرب العالمية الثانية، إذ تضاعف حوالى ست مرات، بينما لم يسجل إنتـاج الجـوت تغيرا ملموسا خلال نفس الفترة. ويمثل كلا منهما أكثر نباتات الأليـاف تحقيقـا لزيادة الإنتاجية، إذ أن إنتاج القطن من الألياف لم يتضاعف إلا مرة واحدة فقط

منذ نهاية الحرب العالمية الثانية، وبالتالى أصبح هذان النوعان يشغلان المرتبــة الثالثة بين نباتات الألياف خلال الفترة الأخيرة.

يمثل كلا من *Roselle, Kenaf* مصدرا لحوالى ٩٠% مـــن مجمـــوع الألياف القشرية المنشأ والتى تقدر بحوالى ١,١ مليون طن، فى حـــين يحـــصل على الجزء المتبقى من بعض أنواع العائلة الخبازية الأخرى مثـــل *Abutilon, theophrasti, Urena lobata* فضلا عن بعض الأنواع الخبازية الأخـــرى. يرجع التوسع السريع فى زراعة كل من النوعين إلى ملاءمتهما البيئية الواسعة، وإمكانية استخلاص الألياف آليا، فضلا عن رغبة كثير من الدول النامية فى عدم الاعتماد على الياف الجوت المستوردة من آسيا.

يعتبر التيل أكثر أهمية من كركديه الألياف فى كل من إفريقيا وأمريكا، غير أن الكركديه يساهم بقدر كبير من إنتاج الألياف فى تايلاند، إذ تعتبر تايلاند هى أكبر الدول المنتجة لهذه النوعية من الألياف، حيث يقدر إنتاجهـــا الـــسنوى بحوالى ٤٠٠٠٠٠ طن، يليها الصين (٣٨٠٠٠٠طن) ثم الهند (٢١٠٠٠٠ طن).

الاحتياجات البيئية:

يتميز كلا النوعين بمدى ملاءمتهما الواسع للظروف البيئية، كما أنهمـــا ينموان جيدا فى مختلف أنواع الأراضى، فضلا عـــن إتـــساع نطـــاق نموهمـــا المناخى، خاصة نوع التيل الذى يزرع فى مناطق تمتد من المعتدلة الدافئة حتى القطبية، فى حين تقتصر زراعة Roselle على المناطق الاستوائية. يعتبر كـــلا النوعين من نباتات النهار القصير، أفضل أنواع الأراضى هى التى تتميز بدرجة حموضة تتراوح بين ٦–٧ pH. يتحمل كلا النوعين ظروف الرطوبة خاصة فى المناخ وافر الأمطار. ينمو التيل جيدا وبصورة ملحوظة أيـــضا فـــى أراضـــى رملية، غير أن الإصابة ببعض الأمراض الخطيرة محتملة جدا.

الحصاد والاستعمال الاقتصادى:

يفضل حصاد كل من النوعين عند بداية الإزهار، إذ تكون الألياف عندئذ لا تزال سهلة الإنفصال عن نسيج الخشب، فضلا عن أن الزيادة فى محصول الألياف والتى تحدث بعد هذا التوقيت تكون طفيفة. تفصل ألياف Roselle عن طريق تعطين كامل السيقان بعد ان يتم استبعاد أوراقها. فى التيل، تفصل الألياف من الخشب آليا. توجد آلات يمكنها فصل الألياف من السيقان الطازجة. وعموما، فإن أفضل الألياف نوعية هى تلك التى يحصل عليها عن طريق التعطين.

من المفيد جدا اقتصاديا هو إمكانية تجفيف الألياف فى بداية الأمر، ويفضل أن يكون ذلك فى الظل، ثم اختيار التوقيت المناسب فيما بعد لتعطينها. ينصح بذلك فى المناطق الجافة المنتجة للألياف، حيث لا تتوفر المياه الكافية فى التوقيت المناسب لتعطين كمية كبيرة من السيقان.

يتراوح محصول الألياف بين ٥-٦% من الوزن الطازج للسيقان، وهو ما يعادل ١٨-٢٢% من الوزن الجاف. يتراوح المحصول تحت الظروف العملية للزراعة غالبا بين ١-٢ طن ألياف للهكتار، وفى حالة توفر ظروف ملائمة للنمو، يتراوح المحصول بين ٣- ٣,٥طن.

ألياف التيل تكون أخشن نوعا ما من نظيرتها فى الجوت. تستخدم ألياف التيل جيدة التعطين فى جميع الأغراض التى تستعمل فيها ألياف الجوت، كما يستخدم كلا النوعين معا كخليط ألياف.يستفاد من ألياف التيل بصفة رئيسية فى صناعة الأجولة. تستغل سيقان النباتات بعد استخلاص أليافها كمواد وقود وكذلك فى صناعة الورق. يستفاد من الأوراق الحديثة كنوع من الخضر لأغراض التغذية فى كثير من الدول.

الألياف الجامدة Hard Fibers

الألياف الجامدة أو الصلبة عبارة عن آلياف ورقية Leaf Fibers يحصل عليها من أوراق نباتات الألياف من ذوات الفلقة الواحدة. تمثل الألياف

النسيج المدعم للحزم الوعائية فى الورقة. يعتبر قنب مانيلا والسيسال من أهـم نباتات الألياف الجامدة.

قنب مانيلا Abaca

نبات قنب مانيلا *Musa textilis* Nee ينتمى إلـى العائلـة الموزيـة *Musaceae* ويضم حوالى ١٠٠ صنف. تنتشر زراعة هذا النبات فـى جـزر الفلبين التى تعتبر منطقة إنتاجه الرئيسية وهو محصولها الرئيسى. يزرع ايـضا فى الهند وجزيرة سومطرة. تنتج الفلبين ٩٠% من الإنتاج العالمى لقنب مـانيلا الذى يبلغ حوالى ٩٠٠٠٠ طن سنويا. يحتاج هذا النبات إلى مناخ دائم الأمطـار وتربة دائمة الرطوبة، نظرا لأن جذوره غير متعمقة فى التربة فـضلا أوراقـه الكبيرة. من ناحية أخرى، يتأثر النبات سلبيا عند زيادة ماء التربة عن حاجته. لا يقاوم هذا النبات ظروف الجفاف.

ساق نبات قنب مانيلا أرضية ريزومية متفرعة، ذات جـذور عرضـية كثيرة لا تتعمق فى التربة. ينمو من الريزوم عدة سيقان هوائية متورقة سميكة، قد يصل ارتفاع أى منها إلى حوالى ٣٠ قدم. هذه السيقان الهوائية عبـارة عـن سيقان كاذبة، تشبه سيقان نبات الموز *Musa paradisiaca*، إذ تتركـب مـن أغماد الأوراق، كل منها يكون سميكا وتغلف بعضها البعض. يتوج الغمد بنصل كبير يتراوح طوله بين ٣-٦ قدم، ذو عرق وسطى سميك. يتراوح عـدد أوراق الساق الكاذبة بين ١٢-٢٥ ورقة، وتشبه فى تركيبها أوراق نبات الموز، غيـر أنها أضيق وأفتح لونا.

ينشأ من الساق الريزومية حوالى ١٢ساقا هوائية كاذبة، متجاورة، يبلـغ قطر كل منها قدم أو أكثر.

حينما تظهر جميع أوراق الساق الكاذبة، تبدأ الساق الحقيقية فى الظهور، وهى طويلة، خضراء اللون، إسطوانية الشكل، ناعمة وغير متفرعـة، تنتهـى بنورة سنبلية دالية. أزهار النورة تغلفها قنابات كبيرة حمراء اللون، العليا منهـا

تكون مذكرة بينما القاعدية مؤنثة. ثمار نبات قنب مانيلا تكون غيــر صـــالحة للأكل، وهى ذات بذور كثيرة سوداء اللون.

تركيب الألياف:

تعتبر آلياف قنب مانيلا من أدق وأقوى الألياف النباتية. تستخرج الألياف من الجزء الخارجى والداخلى لغمد الورقة، غير أن الخارجية تكون هى الأقوى. ترفض عادة الألياف الداخلية لأنها قصيرة، ضعيفة المتانة وطرية. الألياف مرنة وخفيفة، لامعة، قوية التحمل، لا تتأثر متانتها بالماء العذب أو المـــالح. يتـــراوح طول الليفة بين ٦-١٢ قدم، يتراوح لونها بين الأبيض والأصفر المائـــل إلـــى الإحمرار. يتراوح طول الخلية الليفية بين ٢-١٢مم، ذات اطراف مدببة، جدرها منتظمة السمك تحيط بفجوة واسعة. الألياف متينة جدا، تقدر متانتها بحوالى ثلاثة أمثال ليفة القطن وضعف متانة آلياف السيسال. تختلف متانة آلياف قنب مـــانيلا تبعا لتوقيت قطع الأوراق وجمعها، وطريقة استخلاصها، ودقة تجفيفها فضلا عن تركيب الورقة على الساق الكاذبة. هذا، وتوجد اختلافات أيضا بين الأصناف من حيث جودة الألياف.

الحصاد والاستعمال الاقتصادى:

تقطع أوراق النبات قبل ظهور الساق الحقيقية المزهرة، غذ أن الأليـــاف المتحصل عليها حينئذ تكون زائدة المتانة. تستخرج أشرطة الألياف يدويا بعد ان يفصل الغمد طوليا، ثم تغسل وتعلق فى الهواء لتجف.

تجمع الألياف المجففة فى صورة حزم معدة للتسويق. تستخدم حاليا آلات لاستخراج الألياف إلى جانب الطريقة اليدوية. يبلغ الإنتاج حوالى ٤ طن أليـــاف للهكتار.

تستخدم ألياف قنب مانيلا فى صناعة الحبال، لاسيما حبـــال البـــواخر. يستفاد منها أيضا فى تجهيز الدوبارة وأكياس التعبئة قوية التحمل. فى اليابـــان،

يجهز من الألياف حواجز داخلية بين غرف المساكن. الألياف الرديئة يستفاد بها فى صناعة الورق.

وبصفة عامة، توجد اربع مجاميع من الألياف التى تستخرج من أغماد أوراق قنب مانيلا تتباين جودتها تبعا لحالة الغمد وموقعه على الساق الكاذبة كما يلى:

١-أغماد الأوراق الأقدم عمرا وهى الخارجية وعددها ثلاثة أغمـاد، وتتميـز أليافها بأنها الأقوى والأكثر صلابة، ويتراوح لونهـا بـين البنـى الـداكن والقرمزى الفاتح.

٢-أغماد الأوراق التى تقع بين الأغماد الخارجية والوسطى على الساق الكاذبـة يتراوح عددها بين ٣-٤ أغماد، وتتميز أليافها باللون القرمزى الفاتح وإلـى حد ما توصف بحواف خضراء فاتحة اللون.

٣-المجموعة الوسطى من أغماد الأوراق ويتراوح عددها بـين ٤-٥ أغمـاد، وتتميز أليافها بلون يتراوح بين الأصفر الفاتح والأخضر الفاتح، وهى أطول الألياف.

٤-المجموعة الداخلية من أغماد الأوراق ويتراوح عـددها بـين ٧-٨ أغمـاد ورقية، وتتميز أليافها بلون أبيض نقى.

السيسال Sisal

تستخلص الألياف من أوراق عديدة من أنواع جـنس الأجـاف *Agave* التابع للعائلة السيسلية *Agavaceae*. تتوزع الألياف فى الأوراق إما فى صورة أشرطة إسكلرنكيمية تتركز بصفة أساسية قريبا من البشرتين العليا والـسفلى، أو كأغلفة ليفية للحزم الوعائية. يعتبر نبات السيسال الحقيقى (الأخـضر) *Agave sisalana* Perrine أهم أنواع جنس الأجاف ذات الأهميـة العالميـة لإنتـاج الألياف. فى المكسيك يمثل السيسال الأبيض *Agave fourcroyoides* Lem. نوعا هاما لإنتاج الألياف، إذ يتجاوز إنتاجه السنوى ١٠٠,٠٠٠طـن كمـا أنـه يزرع أيضا فى كوبا حيث يبلغ إنتاجه من الألياف ١٠٥٠٠ طن. كما تنحـصر

زراعة النوع *Agave letonae F.W.* Taylor داخل نطاق السلفادور، وتتميز أليافــه بأنهــا أدق وأكثــر ليونـــة مـــن اليـــاف السيـــسال الأبـــيض *Agave fourcroyoides* ويبلغ إنتاجه منها ٣٥٠٠ طــن. يعتبــر الطــراز *Agave cantala* Roxb. أحد الطرز التى تم تطويرها فى الفلبين وإندونيسيا وذلك من أحد الأنواع البرية المكسيكية، ويمتاز بقدرته على تحمل ظروف المناخ الممطر أكثر مما هو عليه الحال فى انواع الآجاف الأخرى المنتجة للألياف. كما يوجــد أيضا السيسال الأزرق *Agave amaniensis* Trelease et Nowell والــذى يتميز بنموه الغزير وأوراقه الضخمة التى تحمل شمعا أزرق اللــون. وبــرغم محصوله الوافر فى أعوام نموه الأولى إلا أنه غيــر ملائــم للزراعــة نظــرا لحساسيته الشديدة للإصابة بالأمراض وعرضته للتلف.

يشغل نبات السيسال المرتبة الرابعة بين نباتات الألياف- يزرع فى كثير من دول المناطق الاستوائية فى صورة مساحات صغيرة لتغطيــة الاحتياجــات المحلية من الألياف. تعتبر تنزانيا أكثر الدول تصديرا لألياف السيسال، إذ تصدر ١٥٤٠٠٠ طن،تليها البرازيل (١٤٨٠٠٠ طن)، وأنجولا (٦٤٠٠٠ طــن) ثــم كينيا (٣٥٠٠٠طن). تمثل البرازيل أكثــر الــدول إنتاجــا لأليــاف السيــسال (٢٣٠٠٠٠ طن)، تليها تنزانيا (١٥٧٠٠٠طن)، وأنجولا (٨٠٠٠٠ طن) ثم كينيا (٤١٠٠٠ طن).

فضلا عما تقدم، توجد أيضا مجموعة من الدول المنتجة لألياف السيسال بكميات ملموسة مثل كولومبيا (٣٦٠٠٠ طن)، ومدغشقر (٢٧٥٠٠ طــن) ثــم موزمبيق(٢٤٠٠٠ طن).

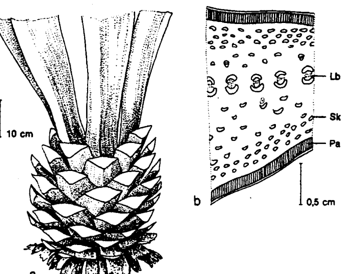
نبات السيسال معمر، ذو مجموع جذرى سطحى، يتعمق حتــى ٣٠-٤٠ســم، ويمتد جانبيا إلى حوالى ١,٥- ٣م وقد يصل إلى ٥م فى حالة الزراعة المتباعدة. الجذر الأصلى غزير التفرع، يتراوح قطره بين ٢-٤مم، يتميز بجــذور ليفيــة كثيفة ذات أقطار تتراوح بين ١-٢مم.

الساق قصيرة سمكها حوالى ١٢ بوصة، يصل قطرها إلى أقصاه بعد عامين من عمرها، يبلغ ارتفاعها ١,٢م، تنتهى بقمة مرستيمية ينتج عنهـا أوراق طويلـة لحمية ذات قاعدة متخشبة، يتراوح طول كل منها بين ٤-٦ قدم، تحمل حلزونيا على الساق الاسطوانية. توجد براعم فى آباط أوراق حرشفية تقع على الجـزء القاعدى من الساق الأصلية أسفل سطح التربة، تتطور إلى ريزومـات مختلفـة الأطوال، تمتد نامية إلى أعماق تتراوح بين ٥-١٥سم، ومنها تتكون بـصيلات تتطور عن براعمها الطرفية حيث تستخدم فى الإكثار الخضرى. يبـدأ تكـوين البصيلات بعد حوالى عام من عمر النبات، وقد يمتد ذلك ما بين ٢-٣ أعوام.

الأوراق مدببة القمة، حافتها كاملة، خالية من الأشواك. بشرة الورقة ذات أدمة سميكة تتركب من ٥٥% كيوتين، ١٥% سليلوز، ٢٠% شمع، ١٠% مواد قابلة للذوبان فى الماء. تتواجد الثغور بأعداد متماثلة تقريبا على كل من سطحى الورقة، وهى غائرة. توجد الألياف على هيئة أشرطة كأنسجة مدعمة تتوزع فى نسيج الورقة الإسفنجى البارنكيمى ذى الخلايا رقيقة الجدر، وتمتد بطول الورقة. يصاحب جزء من هذه الأشرطة الليفية الحزم الوعائية مكونة لدى طرف الورقة قمة حادة صلبة القوام. تحاط الحزمة الوعائية من أعلاها وأسفلها بغلاف ليفـى (شكل ٢٨). وعلى أية حال، فإن ألياف الخشب تكون ضعيفة التكوين وغالبا مـا تفقد أثناء التحضير لاستخلاص الألياف.

ألياف اللحاء تكون طويلة، قوية، وتظهر فى القطاع العرضى على هيئة نصف فم، وتميل أثناء التجهيز إلى الانفصال أو التشقق. يوجد جزء آخـر مـن الألياف فى صورة حزم مستديرة تقريبا فى القطاع العرضى، مختلفة الأطـوال، يطلق عليها ألياف ميكانيكية تتوزع فى ٣-٤ صفوف متقاربة تقع أسفل البـشرة ضمن النسيج البارنكيمى للورقة. هذه الألياف تكسب الورقة قوتهـا وتماسـكها، وتمثل فى نفس الوقت المصدر الرئيسى للألياف ذات الأهمية الاقتصادية. تحتوى الورقة على حوالى ١٠٠٠-١٢٠٠ شريط ليفى من بينها حـوالى ٧٧٠ أليـاف

ميكانيكية، ٤٥-٥٠ شريط ليفى، تترتب فى صف ممتد من حافة الورقـــة إلـــى حافتها الأخرى، مغلفة الحزم الوعائية أما باقى الألياف فإنها تتوزع بالمثل على امتداد القطاع العرضى للورقة (شكل ٢٨). تختلف فترة النمو الخــضرى تبعــا لمنطقة الزراعة، وتتراوح عادة بــين ٧-٢٠ عامــا، غيــر أن عــدد الأوراق المتكونة يكون عادة متقاربا.



شكل (٢٨): نبات السيسال

a الجزء السفلى من النبات   b قطاع عرضى فى ورقة

Lb حزمة وعائية   Pa بارنكيما عمادية   Sk حزم ليفية

يوجد فى الورقة نوعان من حزم الألياف، ٧٥% منها تكون فى صورة حزم اسكلرنكيمية نقية، تتركز بصفة أساسية قريبا أسفل كل من البشرتين العليــا والسفلى للورقة، أما الباقى فإنه يصاحب الحزم الوعائية، خاصة وسط الورقة.

السيسال نبات عصارى ينتمى إلى مجموعــة *Crassulaceae* فــى التمثيــل الضوئى. يستطيع تحمل فترات جفاف طويلة. يتطلب الأمر توفير كمية أمطــار سنوية تتراوح بين ١٠٠٠-١٢٥٠مم لكى يتحقق محصول جيد. وبــالرغم مــن هذا، يزرع السيسال أيضا فى مناطق أقل أمطارا (٥٠٠مم فأقل)، إلا أنه يكــون

تحت مثل هذه الظروف عددا أقل من الأوراق سنويا، رغم قدرته علـــى طـــول البقاء فترة أطول تصل إلى ٢٠ عاما.

تنجح زراعة السيسال أيضا ويستجيب بالمثل لدرجات حرارة أقل مـــن المثلى (أقل من ٢٥°م)، فضلا عن إمكانية زراعته على ارتفاعات تـــصل إلـــى ٢٠٠٠ متر فى المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية. المناخ ذو الجو المـــشمس يزيد من إنتاج الألياف، وطالما كانت التربة جيـــدة الـــصرف والتهويـــة، فـــإن احتياجات نباتات السيسال تكون محدودة فى هذا الصدد. ينبغى أن تكـــون أرض الزراعة ذات درجة حموضة تتراوح بين ٥,٥- ٧,٥ pH، وذات محتوى كـــاف من الكالسيوم.

الحصاد والاستعمال الاقتصادى:

يبدأ حصاد الأوراق عادة فى العام الثالث من عمر النبات حينما يتكـــون على النبات ١٠٠ ورقة. قد يبدأ الحصاد فى العام الثانى عندما تكون الزراعة فى أراضى جيدة، أما فى حالة الزراعة تحت ظروف غير ملائمـــة مثـــل الجفـــاف ودرجات الحرارة المنخفضة فضلا عن الزراعة المتأخرة فإن الحصاد يتأخـــــر عن ذلك.

تفصل الأوراق بسكين حاد وعلى بعد ٢,٥سم من الساق، على أن يترك حوالى ٢٠ ورقة عند قمة الساق تكفى لتمكين النبات من القيام بعمليـــة التمثيـــل الضوئى. تفصل الأطراف الحادة للأوراق على الفور لتسهيل عمليات الإعـــداد التالية. فى الحصاد الأول يحصل على حوالى ٤٠ ورقة لكل نبات، ثم يحـــصل بعد ذلك على ٢٥ ورقة كل عام، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة محصول الأليـــاف على مدى الأعوام المتتالية من ٢,٢-٥% من وزن الورقة، وبالتالى يرتفع إنتاج الألياف من ٠,٨ طن فى العام الأول إلى ٢,٥ طن فى العام الخـــامس. تـــربط الأوراق المفصولة وتنقل إلى المصنع. يتم فصل الألياف حاليا بطرق آلية، حيث تتكسر جميع الأنسجة المصاحبة للألياف. تغسل الألياف وتجفف إما فى الـــشمس

أو بالهواء الساخن. الألياف المجففة فى الشمس تكون مصفرة بينما المجففة فى أفران تكون بيضاء اللون. تنتج عند فصل الألياف مجموعتان منها: ألياف طويلة يبلغ طولها أكثر من ٩٠سم تستخدم أساسا لصناعة الحبال والدوبارة، وأخرى قصيرة تنتج، ليس فقط خلال عملية فصل الألياف، وإنما أيضا أثناء تجفيفها، وتمثل حوالى ٢٥% من مجموع الألياف المتحصل عليها، وتستخدم بصفة أساسية فى صناعة الحبال فضلا عن صناعة الورق وأحجار البناء.

مكونات ألياف السيسال:

تشبه ألياف السيسال فى نوعيتها ألياف قنب مانيلا، غير أنها أكثر صلابة وأقل مرونة. يتراوح طول الليفة بين ٣-٥ قدم، وطول الخلية الليفية بين ٢-٥مم، تتركب من خلايا كثيرة، مقطعها العرضى مضلع، جدارها سليلوزى ملجنن.

الأهمية الاقتصادية:

١-تعتبر ألياف السيسال من ألياف الحبال الممتازة، إذ أنها قوية، كثيرة التحمل.

٢-تمثل بقايا الأوراق بعد استخراج الألياف حوالى ٩٥-٩٦% من الورقة، يستفاد منها فى أغراض أخرى مختلفة مثل: إنتاج سكريات متخمرة، وأشباه قلويدات، وبكتين وشموع إلا أن أفضل استعمال لها كسماد.

٣-يستخدم لحم الأوراق بعد تجفيفه، فى بعض المناطق، علفا للماشية، وكمادة وقود.

٤-تستخدم المحاور المجففة للنورات كأخشاب للبناء.

٥-تعتبر أوراق النبات مصدرا هاما لصابونينات استيرودية Steroidsaponins يستفاد منها كمادة خام فى تجهيز بعض الهرمونات الاستيرودية.

الغابات Forests

الغابة.. مجتمع حيوى فريد، تعيش فيه مجموعات من كائنات حية، نباتية وغيرها حيوانية، بأعداد مختلفة يتسع نطاق الاختلاف فى أنواعهـا وحجومهـا وأهميتها، فكل منها يقوم بدور هام لا غنى عنه فى تغيرات الغابة دائمة الحدوث. تتألف الغابة أساسا من أشجار تتنوع حجومها وأهميتها، وشجيرات، ومتـسلقات خشبية، إلى جانب أنواع عشبية، وغيرها حيوانية برية.

يختلف نشاط كائنات الأرض فيما بين تفتيت بقايا النباتات بواسطة الحشرات وديدان الأرض إلى تحليل هذه البقايا بواسطة البكتيريا والفطر. يتضح مما تقدم أن الغابة مختبر حيوى، أو وحدة حياتية متكاملة، أو نظام بيئى يـضم نباتـات منتجة لعدد من المواد مثل الأخشاب والراتنجات والمطاط. هذه المـواد الأوليـة وأخرى غيرها تشكل دعامات هامة للاقتصاد القومى لعدد غير قليل من الدول.

تبذل كثير من الدول اهتماما خاصا للعناية بالغابات الطبيعية بالإضـافة إلى الرغبة فى التوسع فى إنشاء الغابات الصناعية فى المناطق الجبلية والسهول ممثلة بأشجار سريعة النمو، وإعادة الغطاء النباتى على سـفوح الجبـال التـى تجردت وتعرضت تربتها للتعرية، وتشجير جوانب الطرق العامـة والفرعيـة، وذلك باتباع أحدث الوسائل والأسس العلمية لتحقيق الأهداف منها والتى تتركـز فى توفير المواد الأولية للصناعات، وحفظ الثروة الحيوانية باعتبارها مراعـى للماشية والأغنام والاحتفاظ بالمياه التى تنحدر من سفوح الجبال. إن مشروعات التشجير والغابات الصناعية تعد مجالا متخصصا من مجالات الحياة الإنتاجيـة كمورد هام للأخشاب وغيرها، فى الوقت نفسه تعمل على تحسين خصوبة التربة وإنتاج أنواع من المزروعات، فضلا عن تشغيل عدد غير قليـل مـن الأيـدى العاملة فى صيانتها وحمايتها وتطويرها.

الأهمية الاقتصادية للغابات:

تشغل الغابات ٣/١ مساحة العالم تقريبا، وتنتشر فى حوالى ٦٠ دولــة، وتلعب دورا هاما فى حياة الإنسان. ولقد احتلت الأشجار منزلة كبيرة فى القرآن الكريم حيث يقول سبحانه وتعالى"الذى جعل لكم من الشجر الأخضر نارا فــإذا أنتم منه توقدون".

تتعدد الأهمية الاقتصادية للغابات والتى تتضح فيما يلى:

١-الغابات مصدر رئيسى لإنتاج الأخشاب التى تستخدم فى كثير من الصناعات مثل الأثاث، وتشييد المساكن، والمراكب الــشراعية والــصناديق المختلفــة، وأعمدة التليفونات، والأسوار والركائز وأخشاب المناجم وقــضبان الــسكك الحديدية، بالإضافة إلى استخدامه كوقود لأغراض التدفئة وغيرهــا. هــذا، ويستخدم لب الخشب فى صناعة الورق واستخراج السليلوز الذى يدخل فــى صناعة الحرير الصناعى.

٢-أشجار بلوط الفلين *Quercus suber* وهى معمرة، قد تعيش حــوالى ٥٠٠ عام. يتراوح ارتفاعها من ٢٠-٦٠ قدم. تكثر أشجار بلوط الفلين فى بعــض الدول مثل أسبانيا، الجزائر، المغرب وتونس وتبلغ مساحة غاباتهــا حــوالى ثلاثة ملايين هكتار تختص الجزائر منها بأكثر من مليون، وفــى المغــرب حوالى ٢/١ مليون هكتار من مجموع مساحات الغابات التى تقدر بما يزيد عن خمسة ملايين هكتار. يستخدم الفلين كمادة عازلة للحرارة والرطوبة، وعمل سدادات الفلين للأوانى الزجاجية، وفى غرف التبريد، والعوامات والزوارق، ويدخل فى صناعة اللينوليم وبلاط الفلين.

٣-يحصل على المطاط من الحليب النباتى لبعض أنواع الأشجار التى توجد فى غابات المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية، وبصفة خاصة أشجار المطــاط من جنس *Hevea*. تنتج الملايو أكثر من ثلث الإنتاج العالمى والبــاقى مــن إندونيسيا والهند وبورما وأجزاء أخرى من إفريقيا. يحصل من الحليب النباتى

لأنواع نباتية أخرى على مادة Chicle المستخدمة فـي صـناعة اللادن، والمورفين، وإنزيمات وعقاقير طبية.

٤-الراتنجات Resins وهى مواد غير متبلورة، تفـرز فـي غـدد أو قنـوات راتنجية. تسيل عادة من قلف أنواع معينة من اشجار بعض الغابـات مثـل *Shorea* وشجرة المصطكى *Pistacia* وشجرة الصنوبر الاسترالى *Pinus palustris* الرتنجات إما جامدة، زيتيـة أو صـمغية مثـل اللبـان الـذكر *Frankincence*، الذى يحصل عليه مـن شـجرة *Boswellia*. تـستخدم الراتنجات فى صناعة الورنيشات. ومثبتات العطور وصناعة البخور وبعض العقاقير الطبية، وحبر الطباعة فضلا عن التحضيرات الميكروسكوبية مثـل بلسم كندا.

٥-يحصل من اشجار السنط العربى *Acacia arabica* على الصمغ العربـى، حيث تكثر فى السودان، وكذلك شجرة الكثيراء *Astragalus* التى توجد فى غرب آسيا ويحصل منها على صمغ الكثيراء الذى يستخدم فى طبع الأقمشة وكمادة لاصقة فى أقراص الدواء.

٦-هناك أنواع قليلة من الأشجار، مثل أنواع مـن جـنس البلـوط *Quercus* والحور *Populus* والدردار *Fraxinus* حيث يحصل من قلفها على مـواد الدباغ Tannins التى تستخدم فى دبغ الجلود وغيرها من أنواع تنتمى إلـى جنس السنط *Acacia* بالإضافة إلى خشب شـجرة الكـستناء *Castanea*. هناك أنواع أخرى من الدباغ يحصل عليها من اوراق سماق الـدباغ *Rhus coriaria* أو نبات الفوفل الهندى *Uncaria* وهى شجيرة متسلقة. يحـصل من الثمار غير الناضجة لشجرة *Terminalia* على دباغ. يـستخدم الـدباغ أيضا فى صناعة الحبر وبعض النواحى الطبية. جـدير بالـذكر، أن قلـف الأشجار ذات الأخشاب الصلدة مثل الحور *Populus* والبلـوط *Quercus* يمكن استخدامه كمادة عازلة فى رصف الطرق وصناعة الورق.

٧-يوجد عدد قليل من اشجار الغابات يحصل منها على صبغات معينـــة مثــل صبغة الهيماتوكسلين التـــى يحـــصل عليهـــا مـــن شـــجرة الـــبقم الأســـود *Haematoxylum campechianum* التى يستفاد من قلفها وأخشابها فـــى الحصول على هذه الصبغة التى تستخدم فى التحـــضيرات الميكروســـكوبية وصبغ المنسوجات وصناعة بعض انواع الحبر. شجرة الحناء *Lawsonia inermis* تزرع فى الهند وإيران ويحصل من أوراقها وأغصانها على صبغة يستفاد منها فى صبغ الشعر والأيدى وأحيانا بعض المنسوجات.

٨-تتميز بعض الأشجار مثل شـــجرة الكـــامفور الـــصينى *Cinnamomum camphora* وهى شجرة ضخمة يصل ارتفاعها إلى أكثر من ثلاثين متـــرا، باستخراج زيت عطرى يسمى Camphor oil حيث يستخلص مـــن الـــساق والأغصان والأوراق خاصة فى اليابان. يستخدم هذا الزيت فـــى صـــناعات متنوعة سليلوزية وفى الأدوية. أما شجرة الصندل *Santalum album* التى توجد فى غابات الهند، يحصل من الخشب الصميمى لسيقانها علـــى زيـــت خشب الصندل الذى يستخدم فى صناعة العطور والأدوية.

٩- كثيرا ما توجد مراعى للماشية والأغنام فى الغابات كمصدر للأعشاب خلال مواسم معينة من العام، تستهلك فيها هذه الحيوانات ما يعادل آلاف الأطنـــان من الأعلاف التى تنتجها حقول المحاصيل الزراعية المختلفـــة مثـــل الـــذرة والشعير. ومع هذا، تتعرض الغابات أحيانا لأضرار كبيرة نتيجـــة لعمليـــات الرعى، فقد تأكل الماشية بعض الأشـــجار الـــصغيرة أو تحطـــم جـــذورها المكشوفة أو تحدث جروحا فى سيقانها أو تمزق قلفها. ومن ناحية أخرى، إذا تركت الأعشاب بدون رعى، فإنها عندما تجف تصبح الغابة مهددة بحـــدوث حرائق والتى كثيرا ما تؤدى إلى الإضرار بمساحات كبيرة من الغابات. لقـــد وجد أن رعى الأعشاب الموجودة بالغابة يلى مـــن حيـــث الأهميـــة إنتـــاج الأخشاب.

إضافة إلى ما تقدم، فإنه يمكن الاستفادة من نواتج الخف والتقليم في صناعة لب الورقWood pulp خلال صناعة الورق أو تحويله إلى ألياف لصناعة الخشب الحبيبي وغيره.

يتضح مما تقدم، أن استثمار الغابات على اختلاف أنواعها له أهمية كبرى بالنسبة للموارد الطبيعية التي تشكل ثروة هائلة ودعما كبيرا للاقتصاد القومي، الأمر الذي يتطلب إنتاج أحدث الوسائل وإتباع الأسس العلمية لحماية الغابات وصيانتها وتطويرها.

هناك فوائد غير مباشرة للغابات مثل النواحي التجميلية والترويحية، وتثبيت التربة وحمايتها من الإنجراف، والحد من الترسبات في الأنهار، وتلطيف الجو، وتشغيل الأيدي العاملة، وتنقية الجو من الغبار الناتج عن العواصف الرملية، والاحتفاظ بالمياه التي تنحدر على سفوح الجبال لاستفادة الأشجار منها.

الأرض الخصبة تكون عادة تحت الكساء الخضري للأشجار، وتصبح ذات قدرة إنتاجية لإقامة المراعي التي تحقق فوائد كثيرة لذويها.

وتعتبر الغابة مأوى لعدد من أنواع الحيوانات البرية والطيور مما يجعلها واحدة من مراكز القنص حيث تجري عمليات القنص في الغابات وفق نظم محددة تتضمن المراقبة وعدم القضاء على هذه الحيوانات وتمكينها من الراحة والتناسل.

ومن النواحي الاقتصادية أيضا إنتاج أشجار عيد الميلاد التي ينتج منها مئات الألوف كل عام لاستخدامها في أعياد الميلاد في دول أوربا وأمريكا، هذا، بالإضافة إلى استخدام الغابات في النواحي الترفيهية، إلى جانب كونها مأوى لعدد من الطيور النافعة. كما تعمل أشجار الغابات على زيادة نسبة الأكسجين في الهواء أثناء النهار والتخلص من ثاني أكسيد الكربون باستخدامه خلال عملية التمثيل الضوئي.

التوزيع الجغرافى للغابات فى العالم

أمكن تقسيم الغابات فى العالم إلى ست مناطق طبقا لما ورد عن منظمة الأغذية والزراعة عام ١٩٦٨ وذلك على النحو التالى:

١. غابات المناطق المخروطية الباردة، وتحتل الجــزء الــشمالى مــن الكــرة الأرضية على شكل حزام عريض، وهى منتظمة الشكل، أخشابها متجانسة، تنتشر شمال أوروبا وأمريكا ومناطق غرب وشمال روسيا وأهم أشــجارها الشوح الأبيض *Abies alba* والتنوب الأوربــى *Picea abies* وكلاهمــا ينتمى إلى العائلة الصنوبرية *Pinaceae*.

٢. غابات المناطق المعتدلة المختلطة الباردة، وتغطى مساحات شاســعة مــن أمريكا الشمالية وروسيا والمناطق الجبلية من أوروبا والمكسيك والهيمالايا، وتتألف من مجموعات شجرية إما مخروطية نقيــة أو متــساقطة الأوراق، وأهم أشجارها الــزان الأوروبــى *Fagus sylvatica* والبلــوط الأحمــر *Quercus rubra* وكلاهما ينتمى إلى العائلة البلوطية *Fagaceae*.

٣-غابات المنطقة المعتدلة الدافئة، وتنتشر فى المناطق المعتدلــة الدافئــة مــن نصفى الكرة الشمالى والجنوبى، وتضم أنواعا عديدة من أشــجار الأخــشاب الصلدة واللينة مثل البلوط الأسود *Quercus nigra* وبلوط الفلين *Quercus suber*، وكلاهما ينتمى إلى العائلة البلوطية *Fagaceae*. والصنوبر الحلبى *Pinus halepensis* والصنوبر الاسكتلندى *Pinus sylvestris* وينتميــان إلى (العائلــة الــصنوبرية *Pinaceae*) والعرعــر العــادى *Juniperus communis* (العائلة السروية *Cupressaceae*) والخــروب *Ceratonia siliqua* (العائلة البقمية Caesalpiniaceae).

٤-الغابات الاستوائية، وتغطى منطقة خط الاستواء، وتضم أنواعا عديــدة مــن النباتات عريضة الأوراق، وتتميز بضخامة وطول سيقانها مثل أبو النجــف *Kigelia africana* والجاكرنــدا *Jacaranda mimosifolia* والتيكومــا

Tecoma capensis وتنتمى جميعها للعائلة البيجنونيـــة *Bignoniaceae*، والفلفل التربنتى *Schinus terebinthifolius* (العائلة المنجية- الانكارديـــة *Anacardiaceae*) وخف الجمل *Bauhinia variegata* (العائلة البقمية Caesalpiniaceae) واللـــبخ *Albizia lebbeck* (العائلـــة الطلحيـــة *Mimosaceae*) ونـــوع البلـــوط *Quercus falcata* (العائلـــة البلوطيـــة *Fagaceae*).

٥-غابات المناطق المدارية الرطبة، وهى المنطقة التى تلى منطقة خط الاستواء، وتتميز بطول فترات الجفاف ومن أهم اشجارها التيك أو الـــساج *Tectona grandis* التى تنتمى للعائلة الفربينية *Verbenaceae*.

٦-غابات المناطق الجافة، وهذه تسود مناطق جنوب حوض البحـــر المتوســـط والمناطق الأخرى المشابهة، وتضم أنواعا مختلفة من اشجار وشـــجيرات، لا تصل عادة إلى ارتفاعات كبيرة، وتتحمل ظروف الجفاف، ومن أهم أشجارها الطلـــح بأنواعـــه *Acacia cyanophylla, Acacia senegal*، *Acacia nilotica* وتنتمى إلى العائلة الطلحية *Mimosaceae* والجدارى أو السماق *Rhus coriaria* التابع للعائلة الانكاردية *Anacardiaceae*.

هذا، وتبلغ المساحة الإجمالية للغابات الفعلية فى العالم حـــوالى ٣٧٩٢ مليـــون هكتار تكون موزعة كالتالى:

المنطقة	المساحة بالألف هكتار
أوربا	١٢٨,٠٠٠
روسيا	٧٢٨,١١٧
الولايات المتحدة	٢٩٢,٧٢١
أمريكا الجنوبية	٨٢٠,٠٠٠
أفريقيا	٧٠٠,٠٠٠
آسيا	٥٠٠,٠٠٠
استراليا	٢٠٧,٢٦٧

تتنوع الأقاليم المناخية داخل الوطن العربى حيث يتوسطه نطاق صحراوى يمتد من الشرق إلى الغرب ويتدرج الغطاء النباتى شمالا وجنوبا. وتتنوع الغابات داخل الوطن العربى من حيث محتواها النباتى من الأشجار والمجتمعات النباتية الأخرى، نظرا لتنوع المناخ من المدارى إلى الصحراوى إلى مناخ البحر المتوسط، فالغابات المخروطية تسود فى شمال الوطن العربى بينما تسود الغابات المدارية (الاستوائية) فى جنوب السودان.

ويقدر إجمالى الغابات فى الوطن العربى بحوالى ٧٧ مليون هكتار، تتوزع على تسع أقطار عربية كما هو موضح فى الجدول التالى:

الدولة	مساحة الغابات (مليون هكتار)	النسبة المئوية للغابات من جملة المساحة الكلية (٪)
السودان	٥٦	٢٣,٦٤
المغرب	٤,٧	١٢
الجزائر	٣,٠٧	١,٢٨
العراق	١,٥	٤
تونس	٠,٨٤	٦,٧٣
ليبيا	٠,٥٠	٥,٢٨
سوريا	٠,٤٥	٢,٤٤
لبنان	٠,٠٨	٨
الأردن	٠,٠٧	٠,٧

يتضح من الجدول السابق مدى التباين فى مساحات الغابات والثروة الخشبية بين الأقطار العربية، حيث يعتبر السودان أغنى الأقطار العربية من حيث المساحة الكلية للغابات والتى تبلغ ٥٦ مليون هكتار تمثل بدورها حوالى ٢٣% من جملة المساحة الكلية للسودان، يليها المغرب حوالى ٤,٧ مليون هكتار ثم الجزائر حوالى ٣ مليون هكتار ثم العراق حوالى ١,٥ مليون هكتار يليه تونس، وسوريا ثم لبنان والأردن والذى يمثل أقل الأقطار العربية من حيث مساحة الغابات والتى تبلغ حوالى ٠,٠٧ مليون هكتار.

يلاحظ أن المملكة العربية السعودية، واليمن، ومناطق الخليج العربي ومصر تفتقر جميعها إلى الغابات الطبيعية.

بالإضافة إلى ما تقدم، فإن ما يخص الفرد من مساحة الغابات الكلية فى الوطن العربى يبلغ حوالى ٤,٥ هكتار، حيث تتراوح بين ٣,٣٧ هكتار فى السودان، ٠,١٧ هكتار فى العراق فى حين تتناقص إلى ٠,٠٣ هكتار، فى الأردن ولبنان.

ويوجد فى الوطن العربى مساحات كبيرة من الأراضى القاحلة التى لم تزرع، بالإضافة إلى المناطق الجبلية، يمكن استغلالها لتصبح غابات صناعية تزرع بأشجار الكافور وغيرها من الأشجار سريعة النمو للحصول على الأخشاب التى تستخدم أساسيا فى صناعة لب الخشب وصناعة الورق. ويمثل اختيار النوع المناسب من الأشجار أمرا فى غاية الأهمية عند إنشاء الغابات الصناعية ليكون صالحا للغرض الذى يزرع من أجله ومناسبا للأرض التى سوف تزرع، وأكثر صلاحية من غيره بالنسبة لسرعة النمو. جدير بالذكر أن قدماء المصريين قد زرعوا الغابات واستوردوا أنواعا من أشجارها مثل الصنوبر والسرو بالإضافة إلى السنط والصفصاف والجميز. كما كانت توجد مساحات شاسعة من الغابات خلال القرنين الحادى والثانى عشر، ومع هذا، اندثرت مساحات كبيرة منها دون إعادة زراعتها، وتقدر مساحة الغابات حاليا فى مصر بما لا يزيد عن ٤٠٠ هكتار.

منتجات الغابات

(١) الأخشاب Woods

تقع الأخشاب من حيث أهميتها الاقتصادية بعد محاصيل الغذاء والألياف، وهى خامة يسهل الحصول عليها من سيقان أشجار النباتات عاريات البذور وأشجار ذوات الفلقتين من مغطاة البذور. تتعدد المنافع الاقتصادية للأخشاب، فهى تستخدم فى أغراض السكن، وصناعة الأثاث، وأعمدة التليفونات، ومثبتات

قضبان السكك الحديدية،والمراكب الشراعية، وأخشاب المناجم،وركائز الأسوار، وسيارات النقل، وعربات السكك الحديدية، وألواح البناء والصناديق الخشبية وأخرى غيرها. وبالإضافة إلى هذه الفوائد المباشرة للأخشاب، هناك لب الخشب Wood Pulp الذى يستخدم فى صناعة الورق والحرير الصناعى، هذا، بالإضافة إلى نواتج تقليم الأشجار وعمليات الخف التى تستخدم فى صناعة لب الخشب والخشب المضغوط والورق. يمثل الخشب معظم الجسم الثانوى الذى يتكون فى سيقان اشجار عاريات البذور *Gymnosperms* ومغطاة البذور *Angiosperms* خاصة ذوات الفلقتين. ينشأ هذا الخشب نتيجة لنشاط الكامبيوم الوعائى Vascular Cambium، وهو مرستيم جانبى ينشأ على صورة إسطوانة كاملة مجوفة.

توجد إسطوانة الكامبيوم الوعائى على امتداد الساق، وفى الغالبية العظمى من عاريات البذور وذوات الفلقتين تتكشف إسطوانة هذا الكامبيوم فيما بين الخشب الابتدائى واللحاء على إمتداد حياة النبات مكونة خشب ثانوى إلى الداخل ولحاء ثانوى إلى الخارج.

يتركب الكامبيوم الوعائى من نوعين من الخلايا:

(١) البداءات المغزلية Fusiform Initials وهى خلايا مستطيلة، ذات نهايات مستدقة، زائدة الطول، حيث يصل أقصى طول لها حوالى ٨,٧ ملليمتر.

(٢) بداءات الأشعة *Ray Initials* وهى خلايا أصغر كثيرا من البداءات المغزلية، تكاد تكون متساوية الأقطار.

جدير بالذكر، أن كل من نوعى خلايا الكامبيوم يكون أكبر فى السيقان المسنة منها فى السيقان الحديثة. كما أن العناصر المرتبة طوليا فى عضو ما، مثل العناصر الوعائية، والألياف، وبارنكيما الخشب، تتكشف عن البدايات المغزلية، أما خلايا الأشعة، التى تترتب أفقيا فى عضو ما فإنها تتكشف عن بداءات الأشعة.

خلال فترة النمو، فإن بداءات الكامبيوم الوعائى بالإضافة إلى مشتقاتها المباشرة يتكون عنها معا المنطقة الكامبيومية التى تترتب خلاياها فى صـــفوف قطريـــة. تتسع الخلاياالموجودة على جانبى هذه المنطقة تدريجيا حتـــى تكتـــسب حجـــم وصفات عناصر الخشب واللحاء الثـــانويين. ينـــتج عـــن البـــداءات الخلويـــة، بالانقسامات المماسية، وبالتبادل خلايا أمية Mother Cells لكل مـــن الخـــشب واللحاء. تنقسم الخلية الأم مكونة خليتين، فى حين تنقسم كل خلية أمية للخـــشب مرتين مكونة أربع خلايا.

عندما يكون الكامبيوم نشطا، تكون المنطقة الكامبيومية عريضة تتركب من عدة طبقات من الخلايا، أما فى مرحلة السكون فإن هذه المنطقة تـــصبح طبقـــة واحدة أو بضع طبقات خلوية، طبقتان أو ثلاث، ولقد وجد فى بعض الأشجار أن تكشف عناصر اللحاء يحدث أولا من خلايا تكونت فى الموسم الـــسابق، تـــسبق تكشف عناصر الخشب بحوالى ستة أسابيع بينما فى بعض الأشجار الاســـتوائية يسبق تكشف عناصر الخشب نظيره فى اللحاء بحوالى شهرين.

تزداد إسطوانة الخشب الثانوى فى القطر نتيجة للنمو الثانوى، وتحدث زيادة فى محيط الكامبيوم بإضافة خلايا جديدة سواء من البداءات المغزلية أو بـــداءات الأشعة. ولقد أوضحت الدراسات أن الخلايا الشقيقة الناتجـــة عـــن الإنقـــسامات القطرية للبداءات المغزلية فى الأشجار النامية، قد يحدث فيها تحولات مختلفـــة، حيث ينمو بعضها ويتكشف إلى بداءات مغزلية، فى حين يفقد الـــبعض الآخـــر قدرته على الانقسام متحولا إلى عنصر شاذ التركيب سواء فى الخشب أو اللحاء، وقد تتكشف خلايا أخرى إلى بداءات أشعة. جدير بالذكر، أن البداءات المغزليـــة وهى فى صراعها من اجل البقاء، ما يتبقى منها يكون هو الأكثر طولا والأكثر التحاما مع بداءات الأشعة. فى المخروطيات، تنقسم خلايا الكامبيوم كل ٤-٦ أيام بينما تنقسم خلايا المرستيم القمى كل ٨-١٨ ساعة. تكون سرعة الانقسامات فى

بداءات الكامبيوم والخلايا الأمية للحاء أقل مما هى عليه بالنسبة لخلايا الخشب الأمية.

من ناحية أخرى، تتكون بداءات أشعة جديدة خلال مرحلة ازدياد محيط اسطوانة الكامبيوم، بينما تفقد بداءات مغزلية حيث تستبدل بأخرى جديدة. وبصفة عامة، توجد طرق متنوعة لتكوين بداءات الأشعة: ١- تتكون بداءات أشعة من انقسام جانبى لبداءاة مغزلية ٢- تتكون بداءة أشعة من الجزء الطرفى للبداءة المغزلية ٣-قد يحدث تدهور فى بداءة مغزلية حيث تختزل إلى بداءاة أشعة ٤- قد تنقسم البداءة المغزلية بجدر عرضية مكونة صفا من بداءات الأشعة.

النشاط الموسمى للكامبيوم:

يكون الكامبيوم نشطا فى بعض النباتات طوال حياة النبات، حيث تنقسم خلاياه باستمرار وتتكشف نواتج الانقسام إلى عناصر خشب ولحاء. يوجد هذا الطراز من الأشجار عادة فى أشجار المناطق الحارة. مع هذا، ليست هذه الظاهرة شائعة فى جميع أشجار المناطق الحارة. مثلا، فى غابات الأمازون الممطرة، بلغت نسبة الأشجار عديمة الحلقات السنوي ٤٣%، وفى الملايو ١٥% من مجموع الأنواع، أما فى المناطق الدافئة فإن النسبة تكون اقل قليلا، فى المناطق التى تتميز بمناخ موسمى، يقف نشاط الكامبيوم مع بدء الظروف المناخية غير الملائمة، ويكون ذلك عادة فى الخريف ومع نهاية فصل الصيف ويستمر ذلك حتى الربيع التالى حيث يبدأ النشاط.

يتضح مما تقدم، أن هناك أشجار يكون الكامبيوم فيها نشطا طوال حياة النبات، وأخرى تتميز بوجود فترة يتوقف خلالها نشاط الكامبيوم والتى قد تطول إلى ثمانية شهور فى السنة. جدير بالذكر، أنه فى مناطق البحر المتوسط والمناطق الصحراوية الحارة، قد يوجد الطرازان معا. ولقد أوضحت الدراسات تفاوت النسبة بين إنتاج الخشب الثانوى واللحاء فى النباتات المخروطية.

مثلا، قد تكون النسبة بين عدد طبقات الخشب إلى عدد طبقات اللحاء ١:١٠ وذلك فى المخروطيات الضخمة بينما تكون ١: ١ فى تلك الأنواع بطيئة النمـو. أما فى الكافور فإن النسبة تكون حوالى ٤: ١. ويبـدو أن حمـض الجبرلليـك يسرع من إنتاج الخشب بينما يظل تكوين اللحاء عاديا، الأمر الذى يؤدى إلى ان تصبح نسبة الخشب الثانوى المتكون إلى اللحاء الثانوى حوالى ١:١٠.

تتفاوت العلاقة بين نشاط الكامبيوم ونشاط البراعم الخضرية فـى الأنـواع المختلفة. يبدأ نشاط الكامبيوم عادة تحت البراعم الآخذة فى التفتح حيث ينتـشر إلى أسفل. فى النباتات ذات الفلقتين، منتشرة المسام، متساقطة الأوراق، وجد أن النشاط يكون بطيئا نوعا ما وأن الانقسامات التى تحدث فى الكامبيوم عند قاعدة جذع الشجرة يمكن أن تبدأ بعد عدة أسابيع من بدء نشاطها فى الأغصان. فـى الأشجار دائرية المسام، ذات الفلقتين، متساقطة الأوراق، يكون نشاط الكـامبيوم من أعلى إلى أسفل الساق سريعا جدا لدرجة لا يوجد معها فرق واضـح. فـى المخروطيات، لا يستغرق امتداد الانقسامات فى الكامبيوم أكثر من أسبوع.

لقد أوضحت الدراسات دور البراعم والأغصان الحديثة فـى إنتـاج مـواد منشطة للكامبيوم تتمثل فى إندول حمض الخليـك IAA وحمـض الجبرلليـك Gibberellic acid اللذان ينتقلان خلال أنسجة الساق فى اتجاه قاعدته، وينظر لهما على أنهما المنشط الأساسى الذى يسبب استئناف نشاط الكامبيوم فضلا عن التحكم فى طراز تكوين الخشب الثانوى. ويبدو أن هناك مواد معوقـة لنـشاط الكامبيوم خلال فترتى الخريف والشتاء السابقة للنشاط، وهذه المواد لابد أن تزال قبل بدء النشاط فى الربيع. ولقد اتضح تداخل تأثير كل من اندول حمض الخليك وحمض الجبرلليك معا فى هذا التأثير، كما أن لكل منهما منفردا تأثيره الخاص الذى قد يختلف عن الآخر فى صفات أوعية الخشب الثانوى.

بالإضافة إلى ما تقدم، فقد وجد أن إضافة الإيثريل Ethrel إلـــى بـــادرات الصنوبر *Pinus* والأولم *Ulmus* قد أدت إلى زيادة فى نمو وتكشف المـــشتقات الخلوية لكل من الخشب واللحاء الثانويين.

طرز نباتات الغابات الخشبية

يشترط أن تكون النباتات المنتجة للأخشاب معمرة، ذات سيقان خشبية قائمة، تخلو من الأفرع لمسافة أكثر من سبعة أمتار من ســطح الأرض. الطـــرز ذات الإنتاج الوفير من الأخشاب هى الأشجار، ومع هذا، تستخدم أحيانا الـــشجيرات الكبيرة والمتسلقات الخشبية التى تنتشر فى الغابات الاستوائية.

الوضع التصنيفى للنباتات المنتجة للأخشاب

تنتمى النباتات المنتجة للأخشاب إلى قسم النباتات البذرية *Spermatophyta* والذى يضم ثلاثة تحت أقسام (Jensen, Frohne,١٩٨٥) وهـــى تحـــت قـــسم السيكاديات *Cycadophytina*، وتحت قسم المخروطيات *Coniferophytina* وتحت قسم مغطاة البذور *Magnoliophytina*.

ونظرا لأن النباتات التى تنتمى إلى تحت قسم السيكاديات ينظر إليها علـــى أنها ليست منتجة للأخشاب فإنه سوف يكتفى بالإشارة إلـــى كـــل مـــن النبـــات المخروطية ومغطاة البذور. وطبقا لرأى Frohne, Jensen (١٩٨٥) فإن تحت قسم المخروطيات يضم صفين هما الجنكويات والمخروطيات.

١- صف الجنكويات Class: *Ginkgoatae*

يحتمل أن تكون النباتات الجنكوية قد بلغت قمة إزدهارها مع بداية العـــصر الجوارسى من الحقب الميسوزى (حقب الحياة الوسطى)، وكان يمثلهـــا بـــضعة أجناس انقرضت جميعها ولم يبق منها إلا جنس واحد هو الجنكو *Ginkgo* الذى يمثله نوع واحد هو *Ginkgo biloba*. شجرة الجنكـــو الناضـــجة قـــد يـــصل ارتفاعها إلى حوالى ٣٠ متر، وقطرها إلى حوالى ٥ أقدام، وهى كثيرة التفرع. أصبحت زراعة شجرة الجنكو شائعة فى الولايات المتحدة الأمريكية وكثير مـــن دول الشرق الأقصى، سواء فى الحدائق أو كأشجار فى الشوارع.

٢-صف المخروطيات *Pinatae* تتميز الأشجار التابعة لهذه الفئة التصنيفية بأنها مصدر رئيسى لإنتاج الأخشاب اللينة Soft Wood وهى أشجار، معظمهـــا، مستديم الخضرة، قائمة غالبا، غير محدودة النمو، إسطوانية الشكل، تنتـــشر غالبا فى المناطق المعتدلة وتمتد حتى المناطق الباردة. يتكون عنها غابـــات شاسعة فى غرب الولايات المتحـــدة وأوربـــا وآســـيا واســـتراليا وأمريكـــا الجنوبية،وينمو كثير منها فى المناطق الجبلية.

ونظرا لانتشارها الواسع سواء بصورة نقية أو مختلطة، وإنخفاض تكـــاليف تجهيزها للصناعة، فضلا عن تعدد صور استخدامات أخشابها نتيجـــة لملاءمـــة خصائصها التركيبية للأغراض الصناعية، فإنها تعتبر ذات أهمية خاصة كمصدر لإنتاج الأخشاب. جدير بالذكر أن خشب هذه المجموعة يتركـــب أساســـا مـــن قصيبات وليس أوعية.

وبصفة عامة، تمثل أجناس الصنوبر *Pinus* واللاركـــس *Larix* والـــشوح *Abies* والتنوب *Picea* والتى تنتمى جميعها للعائلة الـــصنوبرية *Pinaceae*، أهم أشجار الغابات المخروطية ذات الأهمية الاقتصادية. وفيما يلى أهم الأنـــواع التابعة لهذه الأجناس وأماكن انتشارها:

جنوب أوروبا. غرب آسيا. جنوب النمسا	الصنوبر الأسود	*Pinus nigra*
شمال أوروبا. شمال آسيا. تركيا. شمال أمريكا	الصنوبر الاسكتلندى	*Pinus sylvestris*
حوض البحر المتوسط. شمال إفريقيا	الصنوبر الحلبى	*Pinus halepensis*
المناطق الجبلية والساحلية. جزر الكنارى	الصنوبر الكنارى	*Pinus canariensis*
حوض البحر المتوسط. جزر الكنارى. مدغشقر	الصنوبر الثمرى	*Pinus pinea*
جميع أنحاء أوربا عدا شمالها	الشوح الأبيض	*Abies alba*
شمال أمريكا وجنوبها حتى فرجينا وأيوا	الشوح البلسم	*Abies balsamea*
شمال أمريكا. كولومبيا وشمال كاليفورنيا	الشوح الكبير	*Abies grandis*
شمال ووسط وجنوب شرق أوربا	التنوب الأوربى	*Picea abies*
شمال أمريكا. ألاسكا. كولومبيا. جنوب راكوتا	التنوب الكندى. الأبيض	*Picea glauca*
شمال أمريكا. ألاسكا. بنسلفانيا. فرجينيا	التنوب الأسود	*Picea mariana*
أوهايو حتى شمال كارولينا	التنوب الأحمر	*Picea rubens*
وسط أوربا. جنوب شرق فرنسا. شمال أوربا حتى بولندا. شرق أوربا حتى رومانيا	اللاركس الأوربى	*Larix deciduas*
شمال أمريكا. ألاسكا. جنوب أمريكا حتى ميرلاند. كولومبيا	اللاركس الأمريكى	*Larix laricina*

تحت قسم مغطاة البذور Magnoliophytina

تضم هذه الفئة صفين هما:

١-صف ذوات الفلقتين 1-Class: *Magnoliatae*

٢-صف ذوات الفلقة الواحدة 2-Class: *Liliatae*

١-صف ذوات الفلقتين *Magnoliatae*

تتميز الأشجار التابعة لهذه الفئة التصنيفية بأنها مصدر للأخـشاب الـصلدة Hard Wood ويمكن القول، أنه نظرا للتباين الكبير فى تركيب أخـشاب هـذه المجموعة النباتية نتيجة لتعدد مصادرها، فإنه يسهل بالتالى التمييز بـين أنـواع الأخشاب الصلدة المختلفة بالمقارنة مع الأخشاب اللينة التى ترجع فى مـصدرها إلى عاريات البذور، جدير بالذكر أن خشب ذوات الفلقتين يتركب أساسـا مـن أوعية وليس قصيبات.

وفيما يلى قائمة بأهم الأنواع الشجرية التى تنتمى إلى ذوات الفلقتين والتـى تعتبر مصدرا لإنتاج الأخشاب بصورة اقتصادية.

1-*Acer saccharum* Marsh.	الاسفندان السكرى	*Aceraceae* عائلة الاستفندان
2-*Acer saccharinum* L.	الاسفندان الفضى	*Aceraceae*
3-*Acer rubrum* L.	الاسفندان الأحمر	*Aceraceae*
4-*Acer macrophyllum* Pursh	الاسفندان كبير الورقة	*Aceraceae*
1-*Pistacia vera* L.	الفستق	*Anacardiace* العائلة الانكاردية
2-*Rhus coriaria* L.	السماق	*Anacardiaceae*
3-*Rhus cotinus*	السماق العطرى	*Anacardiaceae*
4-*Rhus aromatica* Ait	السماق الكندى	*Anacardiaceae*
5-*Rhus typhina* L.	السماق الغلى	*Anacardiaceae*
6-*Schinus terebinthifolius* Raddi	القلفل البرازيلى	*Anacardiaceae*
7-*Schinus molle* L.	القلفل المستحى	*Anacardiaceae*
Alnus oregona Nutt.	النغث الأحمر	*Betulaceae* عائلة التامول
Betula papyrifera Marsh.	التامول الأبيض	*Betulaceae*
Betula lenta L.	التامول السكرى	*Betulaceae*
Betula alleghaniensis	التامول الأصفر	*Betulaceae*
1- *Jacaranda Mimosifolia* D. Don	الجاكرندا	العائلة البيجنونية *Bignoniaceae*
2- *Kielia africana* (Lam.) Benth.	أبوالنجف	*Bignoniaceae*
1- *Casuarina cunninghamiana* Mig	الكازورينا	عائلة الكازورينا*Casuarinaceae*

2-Casuarina equisetifolia J. R. et G. Forst	الاكازورينا ذيل الحصان	
Diospyros virginiana L.	الأبنوس	Ebenaceae العائلة الأبنوسية
1-Castanea sativa Mill.	أبوفروة الأسبانى الحلو	Fagaceae العائلة البلوطية
2- Fagus sylvatica L.	الزان الأوروبى	Fagaceae
3- Fagus grandifolia Ehrh.	الزان الأمريكى	Fagaceae
4- Quercus infectoria Olivier	بلوط العفص	Fagaceae
5- Quercus macrolepis kotschy	البلوط العادى	Fagaceae
6- Quercus rubra L.	البلوط الأحمر الأمريكى	Fagaceae
7- Quercus libani Olivier	البلوط اللبنانى	Fagaceae
1- Dalbergia sissoo Roxb. ex Dc.	السرسوع	Fabaceae العائلة الفراشية
2. Robinia pseudoacacia L.	السنط الكاذب	Fabaceae
1- Acacia nilotica (L.) Del.	السنط العربى	Mimosaceae العائلة الطلحية
2. Acacia senegal (L .) Willd.	السنط السنغالى	
3. Albizia lebbeck (L.) Benth	اللبخ	
1- Bauhinia variegate L.	خف الجمل	العائلة البقمية
2- Ceratonia siliqua L .	الخروب	Caesalpiniaceae
3- Delonix regia (Boj. ex Hook) Raf.	البوانسيانا	Caesalpiniaceae
4- Tamarindus indica L.	التمر هندى	Caesalpiniaceae
1- Ficus sycomorus L.	الجميز	Moraceae *العائلة التوتية*
2- Morus alba L.	التوت الأبيض	Moraceae *العائلة التوتية*
3- Morus nigra L.	التوت الأسود	Moraceae *العائلة التوتية*
4- Morus rubra L.	التوت الأحمر	Moraceae *العائلة التوتية*
Eucalyptus camaldulensis Dehn.	الكافور العادى	Myrtaceae *العائلة الآسية*
Eucalyptus globulus labill.	الكافور الصقيع	Myrtaceae *العائلة الآسية*
Fraxinus americana L.	الدردار الأبيض	Oleaceae *عائلة الزيتون*
Fraxinus rotundifloia Mill.	الدردار العادى	Oleaceae *عائلة الزيتون*
Olea europaea L.	الزيتون	Oleaceae *عائلة الزيتون*
Platanus orientalis L.	الشنار	Rlatanaceae *عائلة الشنار*
Ziziphus lotus (L.) Lam.	السدر - النبق	Rhamnaceae *العائلةالعنابية*
Populus alba L.	الحور الأبيض (الفضى)	Salicaceae *العائلة الصفصافية*
Populus nigra L.	الحور الأسود	Salicaceae *العائلة الصفصافية*
Salix alba L.	الصفصاف الأبيض (الفضى)	Solicaceae *العائلة الصفصافية*
Salix aegyptiaca L.	الصفصاف المصرى	Solicaceae *العائلة الصفصافية*
Salix babylonica L.	الصفصاف المستحى	Solicaceae *العائلة الصفصافية*
Salvadora persica L.	الأراك أو السواك	Solvadoraceae *عائلة*
Ailanthus altissima (Mill,) Swingle	شجرة السماء	Simaroubaceae *عائلة*
Tamarix ramosissima ledeb.	الأثل - العبل	Tamaricaceae *العائلةالأثلية*
Tamarix gallica L.	الأثل الصحراوى	Tamaricaceae *العائلة الأثلية*
Tilia americana L.	الزيزفون الأمريكى	Tiliaceae *عائلة الزيزفون*
Tectona grandis L.	التيك - الساج	Verbenaceae *العائلة الفربينية*
Ballanites aegyptiaca Del.	الزقوم	Zygophyllaceae *الرطريطية*

٢- صف ذوات الفلقة الواحدة *Liliatae*

تتميز نباتات هذا الصف بخلو جهازها الوعـائى، غالبـا، مـن نـسيج الكامبيوم الوعائى، وبالتالى فهى تفتقر إلى النمو الثانوى العادى إذا ما قورنت فى ذلك بذوات الفلقتين. معنى هذا أن بعض أفرادها تنمو نموا ثانويا شـاذا تكـون نتيجته حدوث زيادات قطرية. من ناحية أخرى، تصل بعض أشجار ذوات الفلقة الواحدة مثل أشجار النخيل إلى أقطار كبيرة خاصة أسفل القمة الناميـة للـساق نتيجة نشاط نوع من المرستيمات الإبتدائية ويسمى مرسيتم التغلـيظ الإبتـدائى Primary thickening meristem.

وفيما يلى أهم أنواع الأشجار المنتجة للأخشاب من ذوات الفلقة الواحدة.

العائلة النجيلية *Poaceae* البامبو *Bambusa vulgaris Schad.*

البامبو *Bambusa arundinacea* (Retz.) Willd.

البامبو *Arundinaria variegata Mak.*

العائلة النخيلية *Arecaceae* نخيل جوز الهند *Cocos nucifera* L.

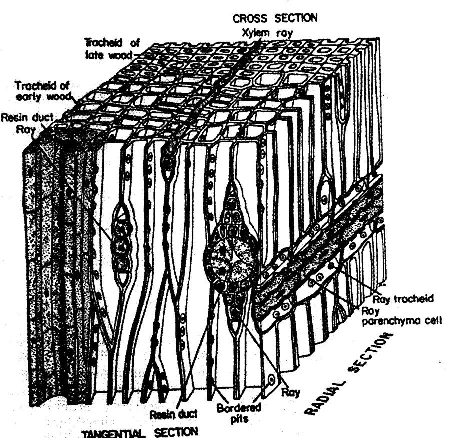
نخيل البلح *Phoenix dactylifera* L.

التركيب الكيماوى للخشب:

يدخل فى تركيب الجدر الخلوية لعناصر الخشب مواد كيماوية مختلفـة منها السليلوز والهيميسليلوز واللجنين. ويعتبر السليلوز والهيمسيليلوز مكـونين رئيسين لنسيج الخشب (٦٠-٧٠%)، بالإضافة إلى اللجنين الذى تتراوح نـسبته بين ٢٠-٢٥%، ويترسب فى المسام الدقيقة بين لويفات السليلوز. هذا، بالإضافة إلى مركبات أخرى قد توجد فى نسيج الخشب بنسب متفاوتة مثـل الراتنجـات والدباغ التى قد تراوح نسبتها بين ٨,٥% - ١٨,٢٥% والصموغ والـصبغات وغيرها.

التركيب الخلوى للخشب:

يتركب نسيج الخشب من عدة أنواع من الخلايا نظرا لأنه نسيج مركب. وتعتبر أنواع هذه الخلايا ومدى تكرارها فى النسيج مميزة إلى الدرجة التى تسمح بإستخدامها للتعرف على نوعية عينة من الخشب، وهذه الخلايا يمكن إيضاحها فيما يلى (شكل ٢٩).



شكل (٢٩): عناصر الخشب الثانوى.

١- القصيبات Tracheids: خلايا مستطيلة، مغزلية الشكل، يبلغ طولها حوالى ١-٤مم وقطرها حوالى ٠,٠٤مم وظيفتها الرئيسية التوصيل والتدعيم.

٢- الأوعية Vessels: تكون وحدة الوعاء أكثر إتساعا من القصيبة، يبلغ قطرها حوالى ٠,٣مم وطولها حوالى ١مم، ذات نهايات مثقبة، برميلية الشكل عادة، وظيفتها التوصيل.

٣- الألياف *Fibers*: تشبه القصيبات النحيفة، قطرها حوالى ٠,٠١مم وطولها حوالى ١-٢مم ذات جدار ثانوى سميك جدا وملجـنن، نقرهـا مختزلـة، وظيفتها التدعيم. أحيانا، توجد الألياف فى هيئة خط فاصل فى نهاية كـل حلقة من حلقات النمو كما فى الحور.

٤- بارنكيما الخشب Xylem parenchyma: يوجد منها نوعان، أولهما يكون محوره الطولى موازيا للمحور الطولى للعـضو الموجـودة بـه وتـسمى بارنكيما الخشب، وظيفتها التخزين. ثانيهما عبارة عن خلايا يكون محورها الطولى عموديا على المحور الطولى للعضو الموجود بـه، وتنـتظم فـى صفوف تمتد موازية لنصف قطر الساق، وعمودية فى نفس الوقت علـى محوره الطويل، وتسمى بارنكيما الأشعة Ray Parenchyma، وظيفتهـا الأساسية هى النقل الأفقى للعصارة. تظهر مناطق الأشعة فاتحة اللون أكثر من باقى مناطق الخشب، ويختلف عددها فى وحدة المساحة من خشب إلى آخر بحيث يمكن الاستفادة من هذا العدد كصفة تشخيصية للخشب.

تكون أشعة الخشب فى ذوات الفلقتين متجانـسة، أى تتركـب مـن خلايـا بارنكيمية فقط، تنتظم إما فى صف واحد من الخلايا أو صفين أو أكثر. أما فـى عاريات البذور فإن أشعة الخشب تكون غالبا، غير متجانسة حيث تتركب مـن قصيبات وخلايا بارنكيمية، تكون هذه القصيبات غير حية، ذات جـدر ثانويـة سميكة، ملجننة ونقرها مضفوفة. عادة يكون عرض الشعاع عبارة عـن خليـة واحدة، وأحيانا، تحتوى الشعة فى خشب عاريات البذور على قنـوات راتنجيـة Resin Canals. فى القطاعات المماسية، تظهر أشعة الخـشب فـى صـورة مساحات صغيرة عدسية الشكل، أما فى القطاعات الطولية القطرية فإنها تظهـر فى صورة حزم أفقية ضيقة متقاطعة عموديا مع اتجاه الأوعية.

الخصائص التركيبية للأخشاب

يتميز كل نوع من الأخشاب، تبعا لمصدره النباتى، بـصفات تركيبيـة يتميز بها عن غيره من الأنواع الأخرى مثل الحلقات السنوية وما تحتويه أحيانا من خشب مبكر وآخر متأخر، والخشب الرخو والخشب الـصميمى، والمـسام وأشعة الخشب ثم التجزع والشكل وأخيرا العقد.

١-الحلقات السنوية Annual Rings:

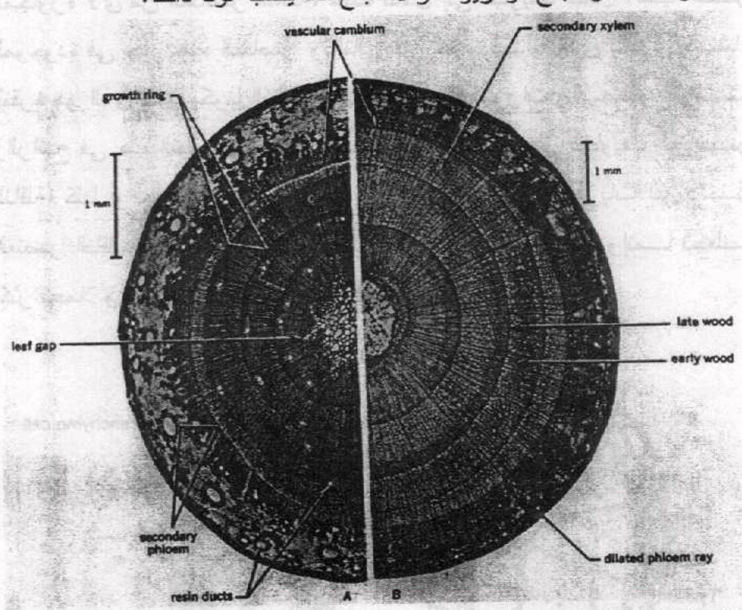
تتميز سيقان الأشجار فى قطاعاتها العرضية بوجود طبقـــات مركزيـــة الترتيب تعرف باسم الحلقات السنوية (شكل٣٠) حيث تمثل هذه الحلقات الخشب الثانوى الذى يضيفه الكامبيوم الوعائى نتيجة نشاطه الموسمى. وتمثل كل حلقـــة مقدار الخشب الثانوى الذى يتكون خلال عام واحد، لذا، يدل عدد الحلقات علـــى عمر الساق مقدرا على أساس حلقة واحدة لكل عام نمو. تكون الحلقات الـــسنوية واضحة ومميزة فى أشجار المناطق المعتدلة إلا أنها كثيرا ما تكون غير واضحة فى أخشاب المناطق الحارة نظرا لاستمرار فاعلية النمو على مدار العام. ومـــع ذلك، قد تبدو هذه الحلقات واضحة نتيجة حدوث تغيرات مناخية أدت إلى التأثير فى حجم عناصر الخشب الوعائية. وبصفة عامة، فإن الحلقة الثانويـــة الواحـــدة تتركب من نوعين من الخشب:

أ-خشب مبكر Early Wood: وهو ما يتكون مبكرا مع بدايـــة الموســـم ولـــذا يعرف أحيانا بخشب الربيع Spring Wood.

ب-خشب متأخر Late Wood:وهو ما يتكون متأخرا عند نهاية موسم النمـــو ولذا يعرف أحيانا بخشب الصيف Summer Wood: ويمكن التمييـــز بـــين نوعى الخشب من خلال معرفة أن خشب الربيع يكون أفتح لونا نتيجة لاتساع تجاويف عناصره الوعائية كما يتميز خشب الربيع بأن جدر عناصره تكـــون اقل سمكا بالمقارنة مع عناصر الخشب المتأخر. أحيانا، يصعب وضع حـــد فاصل بين كل من الخشب المبكر والخشب المتأخر داخـــل نطـــاق الحلقـــة السنوية الواحدة نتيجة للتدرج فى أقطار العناصر الناقلة، إلا انه يمكن التفرقة بين كل من نوعى الخشب بوضوح عند المقارنة بين الخشب المتـــأخر فـــى موسم نمو والخشب المبكر فى الموسم الذى يليه مما يجعل حدود كـــل منهـــا واضحة.

٢-الخشب الرخو والخشب الصميمى: **Sapwood and Heart Wood**

الخشب الرخو أو العصارى هو الذى يتركب من عناصر وعائية ناقلة وخلايا بارنكيمية حية، ويقوم بنقل العصارة داخل جسم النبات. أما الخشب الذى يتركب من عناصر ناقلة وخلايا ميتة ويتوقف عن القيام بوظيفته فى نقل العصارة فضلا عن انخفاض نسبة الرطوبة به، كما تنخفض نسبة ما به من مواد غذائية مدخرة فإنه يسمى بالخشب الصميمى. علاوة على ما تقدم، فإنه كثيرا ما يترسب فى الخشب الصميمى مواد ومركبات عضوية مختلفة مثل الراتنجات والدباغ. والزيوت والأصباغ مما يكسبه لونا داكنا.

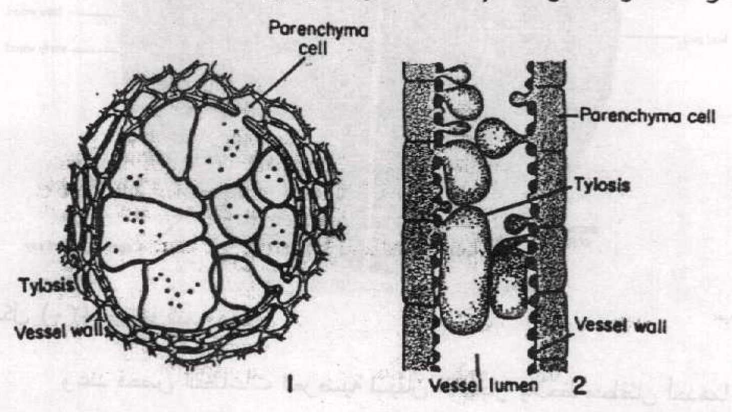


شكل (٣٠) حلقات النمو

وعند فحص القطاعات العرضية لسيقان الأشجار يلاحظ منطقتان أحدهما خارجية لونها فاتح تمثل الخشب الرخو والأخرى داخلية لونها داكن تمثل الخشب الصميمى. ويحدث التحول من خشب رخو إلى آخر صميمى كلما تقدمت الشجرة

فى العمر حيث تموت الخلايا الحية ويتشرب الخشب بمواد عضوية مختلفة ينفذ بعضها إلى تجاويف العناصر الناقلة والبعض الآخر إلى جدرها.

وبالإضافة إلى ما تقدم حدوثه خلال فترة التحول من خشب رخـو إلـى خشب صميمى فإنه يتكون فى معظم تجاويف العناصر الناقلة لخشب كثير مـن الأشجار تراكيب بالونية الشكل تسمى التيلـوزات Tyloses (شـكل ٣١)، ذات جدر رفيعة وأحيانا تصبح سميكة ملجننة. تتكون التيلوزة عندما تتوقف الوحدات الناقلة للماء عن القيام بوظيفتها، وتنشأ نتيجة لامتداد جدر خلايا بارنكيما الخشب المجاورة لأى من العناصر الناقلة، حيث تدخل إلى تجاويفها خلال أغشية النقـر الموجودة فى جدر هذه العناصر وبالتالى فإن جزء الجدار الذى يخترق غـشاء النقرة هو الذى ينمو مكونا التيلوزة. قد تخـزن البلـورات والـصموغ والنـشا والراتنج فى هذه التيلوزة. ويؤدى وجود التيلوزات إلى غلق تجاويف العناصـر الناقلة، كليا أو جزئيا، وبالتالى يعوق ذلك دخول الماء أو الفطريات إلى داخـل العنصر الناقل. وعموما فإن التيلوزات لا تؤثر فى متانة الخشب وإنمـا تجعلـه أكثر تحملا وأقل تعرضا للإصابة بالفطريات وغيرها.



شكل (٣١): التيلوزات

تشاهد التيلوزات بكثرة فى خشب كثير من الأشجار مثل التوت والجراد والجوز والبلوط الأبيض كما قد توجد أيضا فى خشب عارية البذور.

وتختلف الفترة التى يتحول فيها الخشب الرخو إلى صميمى بصفة عامة تبعا لنوع النبات كما تتأثر بالنشاط الفسيولوجى للشجرة. وتختلف نسبة الخشب الرخو إلى الصميمى أيضا تبعا لنوع النبات. ففى أجناس الصفصاف *Salix* والحور *Populus* والشوح *Abies* لا يتميز خشب صميمى بينما يكون الخشب الرخو رقيقا فى أجناس أخرى مثل شجرة السنط الكاذب *Robinia* والتوت *Morus* أما أجناس الزان *Fagus* والدردار *Fraxinus* فإن الخشب الرخو بها يكون سميكا.

وتتميز أخشاب النباتات المخروطية من عاريات البذور بوجود قنوات راتنجية وهى عبارة عن تراكيب إفرازية تقوم خلاياها بإفراز مادة الراتنج ومنها تنتقل إلى تجويف القناة. كما يحتوى خشب النباتات ذات الفلقتين على غدد كثيرا ما يطلق عليها الغدد الصمغية رغم إحتوائها على راتنجات وزيوت ومواد مخاطية بالإضافة إلى الصموغ.

ويمكن القول بصفة عامة، أن القيمة التجارية للخشب الصميمى تكون أعلى منها بالنسبة إلى الخشب الرخو، ويرجع ذلك إلى صفات التحمل التى يتميز بها الخشب الصميمى وزيادة مقاومته للإصابة بالطفيليات، كما أن بعض الأخشاب يكون لها رائحة مرغوبة أو تحتوى على صبغات ذات قيمة تجارية تزيد بالتالى من قيمة الخشب الصميمى تجاريا، كما يفضل الخشب الرخو فى صناعة لب الخشب Wood Pulp.

٣-المسام Pores:

المسام هى الثقوب التى تشاهد فى القطاعات العرضية لسيقان بعض الأشجار ممثلة لوحدات الأوعية. يعتبر وجود المسام أو غيابها من الصفات التشخيصية المميزة للأخشاب، ولهذا تصنف الأخشاب إلى مجموعتين:

أ- أخشاب مسامية Porous Woods وتشمل أخشاب أشجار نباتات ذوات الفلقتين.

ب-أخشاب عديمة المسام Non- Porous Woods وتشمل أخشاب أشجار النباتات المخروطية.

كما تصنف الأخشاب المسامية إلى مجموعتين:

-أخشاب منتشرة المسام Diffuse- Porous Woods مثل أخشاب أشجار الحور *Populus spp.* والزان الأوروبي *Fagus sylvatica* والجوز *Juglans regia* وعود الأنبياء *Guaiacum officinale*، وفيها تكون المسام صغيرة ذات أقطار متساوية تقريبا وتتوزع بانتظام في نسيج الخشب.

-أخشاب دائرية المسام Ring- Porous Woods مثل أخشاب البلوط *Quercus spp.* والتوت *Morus spp.* وشجرة السنط الكاذب *Robinia pseudoacacia* حيث توجد المسام الواسعة بصفة أساسية في منطقة الخشب المبكر وتترتب في دوائر مركزية.

ويعتبر وجود المسام وأحجامها وأعدادها ذات أهمية عند صبغ الأخشاب، إذ تتطلب الأخشاب ذات المسام الكبيرة استخدام مادة مالئة لسد الثقوب قبل صبغها.

٤-أشعة الخشب Wood Rays:

عبارة عن صف أو أكثر من خلايا بارنكيمية تنشأ من بداءات الأشعة Ray Initials في الكامبيوم الوعائي، وتمتد موازية عبر الحلقات السنوية وعمودية على محور الساق الموجودة به، وظيفتها الأساسية هي التخزين، إذ كثيرا ما تحتوي على حبيبات نشا أو بلورات أو مواد راتنجية.

تتركب أشعة الخشب في ذوات الفلقتين من مغطاة البذور من خلايا بارنكيمية فقط، ولهذا تعتبر متجانسة. يكون الشعاع رفيعا في مغطاة البذور حيث يتركب من صف واحد من الخلايا كما في شجرة عود الأنبياء *Guaiacum officinale* أو من صفين أو أكثر كما في شجرة البقم الأسود *Haematoxylum campechianum*.

أما فى عاريات البذور فإن أشعة الخشب تكون إما متجانسة أو غير متجانسة حيث تتركب الأخيرة من خلايا بارنكيمية وقصيبات.

تشاهد أشعة الخشب فى القطاعات العرضية فى صورة خطوط دقيقة متوازية تتركب من صف واحد من الخلايا أو تكون عريضة نوعا فى صورة أشرطة ضيقة تتركب من صفين أو أكثر. تظهر أشعة الخشب عادة فاتحة اللون عن بقية مناطق الخشب، ويختلف عددها فى وحدة المساحة من خشب إلى آخر، وكثيرا ما يستفاد من هذا العدد كصفة تشخيصية للخشب. وفى القطاعات المماسية تشاهد أشعة الخشب عادة فى صورة مساحات صغيرة عدسية الشكل، أما القطاعات الطولية نصف القطرية فإن أشعة الخشب تظهر فى صورة حزم أفقية ضيقة متقاطعة مع اتجاه الأوعية.

٥-التجزع والشكل Grain and Figure

يقصد بالتجزع نظام ترتيب عناصر الخشب، وتتعدد صور التجزع فى الأخشاب حيث يوجد:

أ- تجزع مستقيم Straight Grain:حيث تترتب عناصر الخشب فى هذا الطراز رأسيا فى صفوف طولية متوازية كما فى خشب الموسكى ويحصل عليه من شجرة الصنوبر الاسكتلندى *Pinus sylvestris*.

ب- تجزع متموج Wavy Grain: حيث تترتب عناصر الخشب وفق نظام متموج كما فى أجناس الاسفندان *Acer* والتامول *Betula*.

أما **الشكل** فإنه يدل على الرسم أو الزخرف الذى يشاهد على سطح الخشب، وقد يكون راجعا إلى نوع من التجزع أو لوجود مواد ملونة فى نسيج الخشب أو كليهما معا. تزيد الأشكال الجذابة من القيمة التجارية للخشب، ويتغير شكل الخشب أيضا تبعا لطريقة تجهيزه، ففى القطاع العرضى تشاهد الحلقات السنوية فى صورة طبقات مركزية تمتد خلالها أشعة الخشب كخطوط مستقيمة نصف قطرية تشبه فى مظهرها برامق الدراجة- وعادة لا يشق جذع الشجرة

عرضيا إلى ألواح حيث يتحدد سطح اللوح بمقدار قطر الشجرة. تميل الألواح فى هذه الحالة إلى التشقق عند مواضع أشعة الخشب وحول الحلقات السنوية.
تكون الحلقات السنوية أكثر مكونات الخشب وضوحا حيث تظهر كأشـــرطة أو مناطق غير منتظمة تتميز بها أجزاء داكنة متبادلة، مع أخرى أفتح لونا. يـــؤدى ظهور الحلقات السنوية فى صورة أشرطة إلى إكساب ألواح الخـــشب مظهـــرا جميلا وجذابا. أحيانا ينتج الشكل البديع من مواد ملونة تكسب الخشب لونا وشكلا مميزين. مثلا نجد ان خشب ساسفراس Sassafras يكون بنيا رماديـــا أو بنيـــا يميل إلى الإحمرار، كما يكون خشب نبات الصندل Sandal أصـــفر أو مائـــل للاحمرار أما خشب الصنوبر الاسكتلندى فإنه يكون أصفرا فاتح اللون.

٦-العقد: Knots

هى الأجزاء القاعدية لأفرع الشجرة والتى أصبحت مطمورة فى الجـــذع نتيجة لحدوث النمو الثانوى حولها. ويؤدى وجود هذه العقد فى ألواح الخشب إلى إضعاف متانتها، ولهذا، فإنها تعتبر صفة غير مرغوب وجودها فـــى الخـــشب طالما أنها ليست للزينة.

تجهيز الأخشاب للاستخدام الاقتصادى: يقطع الخشب إلى ألواح تمهيدا لإعـــداده لاستخدام اقتصادى معين. يختلف شكل أسطح هذه الألواح حسب مستوى القطع. وبصفة عامة يمكن تقطيع الخشب فى ثلاثة مستويات:

أولا- المقطع العرضى:

يعمل هذا القطاع عند قطع الشجرة حيث يـــشاهد منطقتـــان: إحـــداهما خارجية لونها فاتح وتسمى بالخشب الرخو أوالعصيرى Sapwood والأخـــرى داخلية لونها داكن وتسمى بالخشب الصميمى Heart Wood. وفى كل موســـم نمو تتحول كمية من الخشب العصيرى إلى صميمى توازى ما يضيفه الكامبيوم الوعائى ومن ثم تبقى النسبة بين حجومهما ثابتة مع تزايد قطر الشجرة. والقيمة التجارية للخشب الصميمى أكبر منها للعصيرى للأســـباب التاليـــة: ١-الخـــشب الصميمى أكثر جفافا ومن ثم أقل ميلا للتقلص والالتواء.

٢-الخشب الصميمى أكثر مقاومة لعوامل التحلل حيث يحتوى على مواد تـضاد فعل الكائنات المحللة مثل الدباغ والراتنجات.

وعند القطع عرضيا، وفى حالة ما يكون قطر الشجرة كبيرا إلى الدرجة التى تسمح بعمل ألواح ذات مساحة وسمك مناسبتين، فى هذا المستوى تقطع كل التراكيب الخلوية الطوليةعرضيا بينما تقطع الأشعة طوليا، وبالتالى تظهر حلقات النمو كدوائر مركزية تمتد خلالها أشعة الخشب كخطوط مستقيمة نصف قطرية. وعادة لا يشق الخشب عرضيا إلى ألواح حيث تتحدد مساحة سطح اللوح بمقدار قطر الشجرة، كما تميل الألواح للتشقق عند أشعة الخشب فهى مناطق ضـعيفة وكذلك حول الحلقات السنوية.

ثانيا- المقطع الطولى القطرى:

وهو القطاع الذى يجرى على امتداد نصف قطر الـساق (أى إذا قطـع الفرع طوليا من المركز). فى هذا المستوى تقطع جميع المكونات الخلوية طوليا، فتظهر الحلقات السنوية كأشرطة طولية متوازية تقطعها عرضيا أشعة الخـشب فى صورة أشرطة أفقية ضيقة.

ثالثا- المقطع الطولى المماسى:

وهو القطاع الذى يجرى طوليا ولكن ليس من خلال مركز الـساق بـل يوازى مماسات الدائرة التى تمثل محيط الساق أو حلقـات النمـو. فـى هـذا المستوى، تقطع جميع الخلايا طوليا بينما أشعة الخشب تقطع عرضيا، فتظهـر الحلقات السنوية كأشرطة طولية بينما أشعة الخشب تقطـع عرضـيا، فتظهـر الحلقات السنوية كأشرطة متوازية تقريبا ومتموجة غالبا، تتخللها سلاسل قصيرة رأسية من مساحات صغيرة عدسية الشكل من أشعة الخشب.

قدرة الأخشاب على التحمل والبقاء:Wood Durability

يقصد بها قدرة الخشب على مقاومة الكائنات التى تعمل على الإضـرار به وهى الكائنات المحللة والحشرات مثل النمل البيض والكائنات المحللة (غالبـا

فطريات) تحصل على مصادر طاقتها من تحليل مادة الخشب بواسطة إنزيمات محللة. تنشط هذه الكائنات فى تحليل الخشب إذا احتوى على رطوبة مناسبة، وينخفض نشاطها بانخفاض نسبة ما به من رطوبة بحيث تصبح عمليا غير قادرة على النمو إذا وصلت الرطوبة بالخشب إلى أقل من ١٥% ومن أمثلة الفطريات الشهيرة لهذه المجموعة فطر *Fomes applanatus* وهو الذى يصيب الأشجار أثناء حياتها ويسبب مرضا يسمى العفن الأبيض White- Mottled Rot وهو من الفطريات البازيدية. تظهر الإصابة بالفطريات فى صورة كتل هشة داكنة أو بيضاء اللون نتيجة لتحلل السليلوز واللجنين بفعل الإنزيمات التى تفرزها.

ومن العوامل التى تسرع من تحلل الخشب ملامسته لأرضية رطبة أو تعرضه من آن لآخر لماء الأمطار، ولذا فإن المشكلة تكون أكثر إلحاحا فى أخشاب المناجم، وأعمدة التليفونات، وفلنكات السكك الحديدية. ورغم أن الزيادة المعتدلة للرطوبة تسرع من التحلل، إلا ان الغمر التام للخشب فى الماء Water-Logged Wood يجعل الخشب أقل عرضة للتحلل نظرا لخلوه من الهواء الذى تحتاجه الكائنات المحللة والتى عادة ما تكون هوائية. ومن أمثلة الأخشاب المقاومة خشب شجرة الكستناء *Castanea sativa*، والخشب الأحمر *Sequia* وشجرة الجراد *Robinia*، فى حين يعتبر خشب أشجار الشوح الفضى *Abies amabilis* والبلوط والصنوبر والتامول من الأخشاب متوسطة المقاومة، أما خشب الصفصاف فإنه سريع التعفن.

وبصفة عامة، فإن قابلية الأخشاب للتحلل تتوقف على عوامل مختلفة مثل: المكونات الكيماوية لجدر الخلايا، وجود التيلوزات، وجود مواد كيماوية فى نسيج الخشب مثل الراتنجات والدباغ، تكون ذات طبيعة سامة أو مثبطة لنمو الكائنات المحللة. ولذا، فإن الخشب الصميمى يكون أكثر مقاومة للتحلل من نظيره العصيرى لنفس نوع الأشجار وذلك للأسباب التالية:

١-احتواء هذا الخشب على مواد طبيعية حافظة مثل الراتنجات والدباغ والتيلوزات.

٢-صغر مسام الخشب الصميمى وقلة المواد المخزونة وكذلك الرطوبة.

ليس هناك علاقة بين كثافة لون الخشب وطول فترة بقائه، ومع هذا، فإن الأخشاب داكنة اللون أطول بقاءا ومقاومة للتعفن. عادة، يعتبر اللون مؤشرا للمواد الحافظة فى الخشب.

تستخدم طرق مختلفة لوقاية الخشب من التلف وزيادة طول فترة بقائه، مثل:

١-طلاء الخشب بمواد حافظة مثل الورنيشات والبويات.

٢-إنفاذ مواد سامة تحول دون إصابة الخشب بالفطريات أو تعيق نموها.

فى هذه الطرق تنقع الأخشاب فى المادة الحافظة المناسبة ثم تضغط على درجة حرارة مناسبة حيث تنفذ المادة إلى مسام الخشب وبالتالى تمنع إصابته بالفطريات. ومن أمثلة المواد الحافظة للخشب والمستخدمة لهذا الغرض: القطران، كلوريد الزنك، ومركبات الزئبق.

المحتوى الرطوبى للأخشاب:

يتراوح مقدار الرطوبة فى الخشب الطرى من ٤٠-٩٥% من الوزن الجاف، ويحتوى الخشب الطرى على نسبة من الرطوبة أعلى من الصميمى، كما أن الخشب الناتج من قاعدة الشجرة يكون أعلى فى محتواه من الرطوبة من نظيره الناتج من مناطق أعلى فى نفس الشجرة.

وبصفة عامة، إذا تساوت الصفات الأخرى، فإن الأخشاب منخفضة الرطوبة تعتبر افضل من نظيرتها مرتفعة الرطوبة حيث تحتاج الأخيرة إلى مجهود وتكاليف أكثر فى تجفيفها. كما تفضل الأخشاب التى لا تميل إلى استعادة امتصاص الرطوبة Reabsorbance على تلك التى لديها هذا الاستعداد حيث تتميز الأخيرة بخلايا جدرها رقيقة، ذات فجوة خلوية واسعة وتحتوى على نسبة عالية من الماء الحر، وهذه بالتالى تكون عرضة لامتصاص الرطوبة إذا ما تركت فى العراء. ولذا يفضل استخدام الخشب الناتج عنها فى أماكن مغلقة.

تجفيف الخشب Shrinking of Wood:

يقصد بهذه العملية تقليل محتوى الخشب من الرطوبة إلى الحد الذى يقيه من التحلل أو التعفن ويكسبه فى نفس الوقت المتانة اللازمة، ويجعلــه ملائمـــا لاستخدامات معينة. تكون هذه العملية هامة لتقليل نفقات الشحن، ومنـــع تقلـــص الأخشاب لحين استخدامها، وزيادة قوة الأخشاب ومنع تحللها نتيجـــة مهاجمـــة الفطريات، وتسهيل إضافة الصبغات والمواد الحافظة للأخشاب.

يتم تجفيف الخشب إما هوائيـــا Open-air Seasoning وفيـــه ترتـــب الألواح بشكل مناسب بحيث تكون ثابتة وتسمح فى نفس الوقت للهواء لكى ينفــذ فيما بينها مع مراعاة تقليب الألواح من فترة لأخرى لـــضمان تعـــرض أســـطح الألواح للهواء وبقدر متساوىComparable Exposure. يترك الخشب ليجف تدريجيا بحيث تتراوح النسبة المئوية للرطوبة فيه بعد تجفيفه بهذه الطريقة مـــن ١٨-٢٠%.

يمكن تجفيف الخشب فى أفران خاصة يتم فيها التحكم فى سرعة ودرجة حرارة ورطوبة هواء التجفيف. ويراعى فى اى من الطريقتين تجنب التجفيـــف السريع أو المفاجىء وتنظيم تبخر الماء بحيث لا يحدث جفاف سريع للطبقـــات السطحية مع احتفاظ الطبقات الداخلية بنسب مرتفعة من الرطوبة وهو ما يعرف بـــ Case- Hardening وهى الحالة التى تؤدى فى حالة بلوغها إلى حـــدوث وظهور بعض العيوب فى الخـــشب مثـــل التـــشقق Checking، والإعوجـــاج Warping والإلتواء Twisting، وضعف المتانة. وعلى أيـــة حـــال، يفـــضل التجفيف فى الأفران حيث يمكن من خلاله التحكم فى سرعة وحرارة ورطوبـــة هواء التجفيف وبالتالى، يتم تجفيف سريع ومتجانس ذو درجة حـــرارة معينـــة، الأمر الذى يجعل الخشب ملائما للاستعمال فى غرض صناعى معين.

يتم تجفيف الخشب حتى تصل نسبة الرطوبة إلى حد معين (١٨-٢٠% فى حالة التجفيف الهوائى، ٧-١٢% من الوزن الجاف فى حالة التجفيـــف فـــى

أفران خاصة).جدير بالذكر، أنه ليس من المنطقى تقليل نسبة ما يحتويـــه مـــن رطوبة إلى نفس المستوى السابق، الأمر الذى يؤدى إلى تمدده بدرجة ما. اثنـــاء تجفيف الخشب، يتطاير الماء الموجود فى تجاويف العناصر الخلوية أولا حيث لا يحدث تقلص خلال هذه المرحلة. تسمى النقطة التى يتطاير عندها جميع المـــاء الحر ويتبقى فقط بالخشب الماء الذى تشربته الجدر الخلوية، نقطة التشبع Fiber Saturation Point. عندما تصل نسبة الرطوبة إلى ما دون هذه النقطة، يحدث التقلص حتى حالة الجفاف التام، وهو ما قد يصل إلى حوالى ٢٠% من الحجـــم الأصلى للخشب. يحدث التقلص أساسا فى اتجاه متعامد مـــع المحـــور الطـــولى للخلايا المكونة للجهاز الرأسى لنسيج الخشب وبدرجة أكبر من نظيـــره الـــذى يحدث فى الاتجاه القطرى، نظرا للترابط المميز للاشعة فى المستوى القطرى.

الصفات الطبيعية للأخشاب:

تصنف الأخشاب إلى ثلاث مجموعات تبعا لكثافتها:

أ- خفيفة Light Woods: أقل من ٠,٤جم/سم٣ مثل الشوح الفـــضى *Abies amabilis*.

ب- متوسطة- ثقيلة Moderately Heavy Woods: من ٠,٤-٠,٦جم/ســـم٣ مثل الزان *Fagus spp.*

جـ-ثقيلة Heavy Woods: أكبر من ٠,٦جـــم،/ســـم٣ مثـــل الـــبقم الأســـود *Haemataxylum campechianum*.

ومع أن اختلاف الكثافة قد يرجع إلى اختلاف نسب مكونات الجدار الخلوى أو إلى وجود مواد مترسبة فى الجدار مثل الـــصموغ والراتنجـــات والـــدباغ أو البللورات، إلا أن العامل الرئيسى المسئول عن هذه الاختلافات هو سمك الجدار الخلوى (١,١٦-١,٤ ميكرون)، حيث أنه كلما كان الجدار سميكا والفجوة ضيقة، كان الخشب أكثر كثافة. ولما كانت متانة الخشب متوقفة على سمك الجدار، لـــذا يمكن القول أن كثافة الخشب تعكس أيضا متانته.

الأخشاب الخفيفة تنتمى إلى عاريات البذور مثل الصنوبر الأبيض (٠,٢٦جم/سم٣) و الخشب الأحمر (٠,٣٣). الأخشاب الثقيلة المتوسطة مثل الزان والجوز الأسود، والثقيلة مثل البقم الأسود وخشب الأنبياء تنتمى إلى مغطاة البذور وخاصة ذوات الفلقتين. يعتبر خشب Balea (Ochroma) أخف الأخشاب ذات القيمة الاقتصادية حيث تبلغ كثافته ٠,١- ٠,١٦جم/سم٣. يحتوى هذا الخشب على مقدار كبير من الخلايا البارنكيمية ويستفاد منه فى صناعة نماذج وأثاث الطائرات وزوارق النجاة.

الصفات الميكانيكية للأخشاب:

هى الصفات التى تمكن الخشب من مقاومة القوى الخارجية التى تميل لإحداث تغير فى شكله أو حجمه وعلى أساسها يتحدد مدى ملاءمته لأغراض الصناعة المختلفة. وتجرى على الأخشاب مجموعة من الاختبارات لقياس مدى تاثرها من خلال الصفات التالية:

١-المتانة Strength: هى مدى قدرة الخشب على مقاومة معينة يتعرض لها مثل:

أ- متانة الشد Tensile Strength ويقصد بها مدى مقومة قطعة من الخشب ذات أبعاد معينة لقوة شد فى اتجاهين متضادين. يجرى اختبار متانة الشد إما فى اتجاه موازى للتجزع عند نهايتى قطعة الخشب كما فى حالة الأعمدة، أو عمودى على التجزع عند جانبى قطعة الخشب كما فى حالة فلنكات السكك الحديدية المثبتة للقضبان.

ب-متانة الإنثناء Bending Strength وهى مدى مقاومة قطعة من الخشب ذات أبعاد معينة لأثقال تؤدى إلى انثنائها قبل أن تتكسر أو تتشقق عرضيا عند سطحها السفلى.

جـ-متانة السحق Crushing Strength وهى مدى مقاومة قطعة من الخشب لقوى معينة تؤدى إلى تحطيمها. قد تكون القوة طرفية أو جانبية. وعموما، فإن أقوى هذه الصفات دلالة على متانة الخشب هى متانة السحق.

ومن أمثلة الأخشاب التى تتميز بمتانة سحق عالية، خشب شجرة السنط الكاذب *Robinia pseudoacacia*.

من الملاحظ، أن متانة الخشب تتوقف على ما به من ألياف وكيفية ترتيبها، فإذا كانت مستقيمة متوازية، فإن الخشب ينفلق بسهولة كما فى شجرة البقم الأسود *Haematoxylum campechianum*، أما إذا كانت الألياف متموجة الترتيب ومتقاطعة، كان الخشب أكثر متانة كما فى شجرة عود الأنبياء *Guaicum officinale*.

٢-الصلابة Stiffness

وهى مقياس مدى مقاومة الخشب للقوى التى تؤثر بهدف تغيير شكله، وتقاس عن طريق إسقاط أوزان معنية على قطعة خشب ثم يقاس عمق التجويف الذى تحدثه. جدير بالذكر، أن كثرة البارنكيما فى الخشب تضعف متانته.

٣-الجمود Hardness

يوضح مدى مقاومة الخشب للصنفرة والتحزيز، ويحدد مدى سهولة أو قابلية الخشب للنشر أو القطع.

وبصفة عامة، تكون أخشاب عاريات البذور طرية وأضعف من نظيرتها فى مغطاة البذور وذلك لغياب الألياف بها. لذا، فإن أخشاب عاريات البذور تسمى Soft Woods أى الأخشاب الناعمة، فى حين يطلق على أخشاب مغطاة البذور Hard Woods أى الأخشاب الصلدة.

خشب الانضغاط Compression Wood

هذا الخشب داكن اللون يشبه الخشب الصميمى، يوجد فى كثير من النباتات المخروطية مثل الصنوبر *Pinus*، واللاركس *Larix*، والشوح *Abies*،

أروكاريا *Araucaria*، والتنوب الأوروبى *Picea abies*. يتكون هذا الخشب تحت الفروع، وفى الجزء الأسفل من الأشجار.

الخشب العادى فى المخروطيات (خشب طرى) يتركب من ٤٠- ٤٥% سليلوز، ٢٥_٣٠ % هيميسليلوزات، ٢٥-٣٥% لجنين، فضلا عن مقادير ضئيلة من أملاح غير عضوية. خشب الانضغاط يختلف عن الخشب العادى فى مكوناته الرئيسية وتوزيعها نتيجة للاختلافات التشريحية وتركيب عناصره الخلوية لاسيما القصيبات الطولية.

الصفة الكيماوية المميزة لخشب الانضغاط تتركز فى محتواه العالى من اللجنين والذى يبلغ حوالى ٣٩% فضلا عن ٣٠% سليلوز. يبلغ محتوى هذا الخشب من جالاكتان حوالى ١٠% بينما يكون هذا المحتوى فى الخشب العادى ضئيل جدا. تبلغ كثافة خشب الانضغاط ضعف كثافة الخشب العادى، نظرا لعدم وجود خشب مبكر، فضلا عن الجدر السميكة منتظمة السمك والقصيبات.

خشب الانضغاط لا يصلح لإنتاج عجينة الخشب نظرا لضآلة ما ينتج عنه وضعف متانة الورق الناتج. لا يصلح أيضا لإنتاج الخشب نظرا لتقلصه الطولى بالتجفيف وضعف متانته، ويرجع ذلك إلى صفاته التشريحية وتركيبه الكيماوى.

توزيع اللجنين فى خشب الانضغاط يعتبر صفة مميزة، حيث توجد نسبة كبيرة منه فى الجدر الثانوية لمكوناته الخلوية، يوجد حوالى ٩٠% من اللجنين فى قصيبات هذا الخشب خاصة فى جدرها الثانوية، وهذه الظاهرة تمثل إحدى الصفات التى تحدد صفاته الطبيعية.

استخدام الخشب فى بعض الصناعات:

تتميز الأخشاب بصفات معينة تجعلها صالحة للاستخدامات المختلفة. هذه الصفات تعتمد على التركيب التشريحى والكيماوى لنسيج الخشب. المظاهر التشريحية التى تؤثر فى صفات الخشب تتركز فى وجود نظام توزيع الأوعية، وجود أو غياب الألياف وعددها وأقطارها وسمك الجدار وأطوالها ومدى تراكب

أطرافها، وشكل الألياف إن كانت مستقيمة أو منحنية، وعــرض وعــدد أشــعة الخشب، فضلا عن وجود أو غياب التيلوزات.التركيب الكيماوى يرتبط بــبعض الصفات لاسيما تلك التى تميز الخشب الصميمى عن الرخــو. تختلــف الجــدر الخلوية فى محتواها من السليلوز واللجنين. مواد الدباغ Tannins قــد تتــراكم بكميات كبيرة فى الجدر الخلوية، وقد تحتوى الخلايا على كميات متفاوتــة مــن الصمغ والراتنجات والدباغ.

استخدام الأخشاب فى صناعة الورق

تتلخص فكرة تحويل الخشب إلى ورق فى التخلص من اللجنين الموجود بجدر خلايا عناصره، وتحويل المتبقى وهو عبارة عن السليلوز إلى ما يسمى لب الخشب Wood Pulp الذى يتم تشكيله على هيئة صفائح رقيقة جدا، منبــسطة، بواسطة ماكينات خاصة. وعموما تتم صناعة الورق بعدة طرق علــى النحــو التالى:

I-الطرق الكيماوية

أ- The Sulphite Process وتجرى كما يلى:

١-تقطع الأفرع بعد نزع القلف إلى قطع صغيرة، وهذه تــشطر إلــى أجــزاء صغيرة.

٢-تنقل الأجزاء الصغيرة الناتجة إلى أحواض هضم ضخمة، مبطنة بطلاء مقاوم للحموضة، حيث تهضم بواسطة محلــول هــضم يتكــون مــن Calcium bisulphite وحمض الكبريتوز.

٣-ينقل المخروط المهضوم بعد فترة هضم مناسبة عبر أنابيب إلى مكان يتم فيه التخلص من المحلول الحمضى واللجنين الذائب فيه.

٤-يمرر السليلوز المتبقى (اللب) إلى أسطوانة من السلك تدور فى إناء أسطوانى بهدف تركيزه وتجانسه، وقد يضاف Calcium Hypochlorite Chlorine قبل عملية التركيز لتبييض اللب للحصول على ورق ممتاز.

٥-ينقل اللب إلى خلاط، وهو عبارة عن وعاء مستطيل الشكل مزود بعجلة ذات مجاديف، حيث يتم تجانس توزيع ألياف السليلوز فى كمية مناسبة من الماء. فى هذه المرحلة قد تضاف مواد مالئة مثل بودرة التلك، أو الشب أو الطفلة لإكساب الورق وزن وقوام مناسبين، أو مواد تلميع مثل النشا، أو الصموغ، أو الراتنجات لإكساب الورق سطح ناعم لامع وغير متشرب للحبر أو مواد ملونة (صبغات) لإكساب الورق لون معين.

٦-ينقل اللب بعد ذلك إلى ماكينات صناعة الورق التى تحتوى على سير عريض من نسيج معدنى يسمى Fourdrinier Screen يتحرك أسفل صندوق التغذية Flow Box الذى يغذى السير بمعدل ثابت ومنظم من اللب. على هذا السير، ينضغط اللب بواسطة إسطوانة ضغط فتمط ألياقه وتنبسط ويتشكل اللب على هيئة صفائح منبسطة رقيقة، ويجمع الماء المتخلف فى أوانى خاصة.

٧-نظرا لأن هذا اللب لا يزال يحتوى على نسبة مرتفعة من الرطوبة فإنه ينقل من نهاية السير إلى آخر يمرره بدوره بين مجموعة من الإسطوانات وفى جو مرتفع الحرارة لجعل الورق أكثر جفافا وأكثر صلابة.

٨-عندما يجف الورق بصورة مناسبة، فإنه ينقل إلى آلة الصقل Calendering Machine حيث يتعرض لضغط منظم ومحدد للتحكم فى الصفات النهائية للورق ثم يلف على إسطوانات ضخمة إستعدادا لتجهيزه فى صورة حزم ذات أحجام مختلفة تلائم أغراض الاستخدام المختلفة. وهذه الطريقة تؤدى إلى إنتاج محصول يقدر بحوالى ٥٠%، لكن اللب الناتج يكون قويا ومقاوم للتحلل. ويستخدم فى هذه الطريقة الأخشاب الطرية Soft Woods منخفضة المحتوى من الراتنج. واللب الناتج من هذه الطريقة يستخدم لإنتاج أنواع الورق الجيد مثل ورق الكتب وورق الشفاف وقد يستخدم لصناعة الرايون. ويخلط اللب الناتج من هذه الطريقة مع ذلك الناتج من الطرق الأخرى لصناعة الأنواع الرخيصة من الورق مثل ورق الصحف.

ب-The Sulphate Process

تتشابه هذه الطريقة فى خطواتها الرئيسية مع الطريقة السابقة، إلا أنهـا تختلف عنها فى أن محلـول الهـضم عبـارة عـن Sodium Sulphide + Sodium hydroxide. يستطيع هذا المخلوط إذابـة الراتنجـات والـشموع والدهون الموجودة بالأخشاب وبالتالى يمكن استخدام أنواع مختلفة من الأخشاب قد لا تناسبها الطرق الأخرى.

هذه الطريقة تؤدى إلى إنتاج محصول يقدر بأقل من ٥٠%، ولكن الميزة الرئيسية لها تتمثل فى استخدام أنواع من الخشب قد تكـون عديمـة القيمـة إذا استخدمت معها طرق أخرى. ومن المميزات الأخرى لهذه الطريقة أنه أثناء تتابع خطواتها، فإنه ينتج منتج ثانوى يسمى Tall Oil، وهو خليط مـن الراتنجـات والأحماض الدهنية والمواد الأخرى الذائبة فى الخشب. هذا الزيت له استخدامات كيموصناعية عديدة مثل استخدامه فى تجهيز مدارج الطائرات حيث أن إضـافة كميات صغيرة منه تجعل الأرض الرطبة نوعا، تلتصق بقوة بالأسفلت المضاف.

جـ-The Soda Process

١-تنظف الأفرع، ويزال القلف، وتقطع فى ماكينات خاصة إلى قطع صغيرة فى حجم نشارة الخشب.

٢-تنقل القطع الصغيرة إلى أوانى الهضم حيث تعامل بمحلـول NaoH علـى درجة حرارة ٢٤٠° ف مما يؤدى إلى إذابة اللجنين. يفـصل محلـول الهـضم واللجنين الذائب به.

٣-يتم تركيز وتجانس السليلوز المتبقى ثم ينقل إلى ماكينة صناعة الورق كمـا سبق إيضاحه.

فى هذه الطريقة يمكن الحصول على إنتاج يقـدر بحـوالى ٤٠-٤٨%. يستخدم اللب الناتج فى صناعة الورق الذى لا يحتاج لمتانة كبيـرة مثـل ورق

النشاف. قد يخلط مع اللب الناتج من طريقة الـ Sulphite لإنتاج ورق الكتب والمظاريف الجيد. تصلح الأخشاب الصلبة Hardwoods لهذه الطريقة.

II- الطريقة الميكانيكية The Groundwood Process

١-تقطع الأفرع إلى قطع صغيرة بعد تنظيفها ونزع القلف.

٢-تنقل هذه اقطع إلى طاحونة خاصة حيث تسحق.

٣-يضلف إلى مسحوق الخشب كمية مناسبة من الماء.

٤-ينقل المسحوق إلى حيث يتم تركيزه وتجانسه.

٥-ينقل اللب بعد ذلك إلى ماكينة صناعة الورق كما سبق ذكره.

تتميز هذه الطريقة بأنها تعطى أعلى عائد (حوالى ٩٠% أو أكثر بالوزن) ويستخدم فيها الخشب الطرى Soft Wood، وتعتبر أرخص الطرق، إلا ان اللب الناتج يكون ضعيفا فضلا عن قابلية إصفرار الورق الناتج منه بسرعة. وعادة، يخلط اللب الناتج من هذه الطريقة بنسب معينة مع اللب الناتج من الطرق الكيماوية. قبل استخدامه لصناعة الورق. ويستخدم اللب الناتج لعمل الأوراق الرخيصة مثل أوراق الصحف والمجلات وورق النشاف والكرتون.

صناعة الرايون

الرايون، أو الحرير الصناعى، يمثل منتج آخر هام من سليلوز الأخشاب. هذه المادة تصنع أساسا من مصدرين أحدهما لب الورق والآخر زغب القطن. الرايون لا يحتوى على بروتين أو نتروجين وبالتالى فإنه يختلف عن الحرير الطبيعى. عند حرقه لا ينتج روائح كريهة كما يحدث فى حالة الحرير الطبيعى، ولا يترك رماد. ومن الوجهة الكيماوية، فهو عبارة عن كربون وهيدروجين أكسجين، كما فى السليلوز. ويمكن القول انه عبارة عن سليلوز.

وهناك طرق أربع معروفة لصناعة الرايون من الأخشاب، تختلف عن بعضها فى المذيب المستخدم لإذابة السليلوز وتتشابه جميعها فى خطواتها التى تلى عملية الإذابة، حيث يضغط خلال فتحات دقيقة جدا مما يؤدى إلى إنتاج

خيوط رفيعة يتم تصلبها بواسطة غمرها فى محلول تصلب Hardening bath أو بواسطة تبخير المذيب. أثناء خروجها من غرفة التـصلب تغـزل حـوالى ١٣- ٥٠ من هذه الخيوط الدقيقة جدا معا لعمل خيوط الرايون.

وعموما فإن التقنينات الحديثة التى تمكن من التحكم فى درجة لمعـان، ولون، وحجم، ونوعية خيوط الرايون تجعله أكثر ملاءمة للعديد من الاستخدامات بالمقارنة مع الألياف الطبيعية.

وهناك أنواع منه تغزل بمفردها فقط، وأخرى تستخدم مخلوطةمع ألياف القطن، والكتان، والصوف أو الحرير الطبيعى فى أغراض عديدة.

وأهم الطرق المستخدمة لصناعة الرايون ما يأتى:

أ- The Viscose Process

١-تنزع المواد الدهنية والألوان والشوائب الأخرى عن طريـق معاملـة اللـب بمحاليل قلوية منظفة.

٢-ينقع اللب فى محلول NaoH ويترك فترة معينة على درجة حرارة مناسـبة لكى ينضج.

٣- يعامل اللب بـ Carbon Disulphide لتكوين مـا يـسمى Cellulose-Xanthate.

٤-يذاب Cellulose Xanthate المتكون فى محلول NaoH مخفف لتكـوين محلول لزج يسمى Viscose. وعند هذه المرحلة قد تضاف زيوت أو أصباغ معينة لتقليل درجة اللمعان.

٥-يضغط المحلول اللزج خلال ثقوب دقيقة جدا لتركيب معدنى يسمى المغزل. تصلب الخيوط الناتجة فى حوض يحتوى على حمـض كبريتيـك وسـلفات صوديوم، وسلفات زنك، وأحيانا يضاف إليهم جلوكوز.

٦-تنقل هذه الخيوط إلى جهاز يسمى Whirling Bucket حيث يحول مجموعة من هذه الخيوط الدقيقة إلى الخيط التجارى Yarn.

تؤدى هذه الطريقة إلى إنتاج حوالى ٨٠% من الرايون المستخدم عالميا. يناسب هذه الطريقة لب الخشب المحتوى على نسبة مرتفعة من &-Cellulose.

ب- The Cellulose- Acetate Process

وينتج عن هذه الطريقة حوالى ١٥% من الإنتاج العالمى. وفى هذه الطريقة تتشابه الخطوة الأولى والثانية مع مثيلتها فى الطريقة السابقة، إلا أنها تختلف عنها فى الخطوات اللاحقة على النحو التالى:

١- ينقع اللب فى حمض خليك ويترك حتى ينضج.

٢- يضاف بعد ذلك Acetic anhydride فى وجود عامل مساعد لتكوين أسيتات السليلوز Cellulose acetate على شكل قشور ترسب بدورها عن طريق تمرير المخلوط فى الماء حيث يغسل ثم يجفف ويذاب أخيرا فى الأسيتون.

٣- يضغط المحلول المذاب فى الأسيتون خلال ثقوب المغزل مما يؤدى إلى تكوين خيوط يتم تصلبها بواسطة تبخير الأسيتون فى وسط دافئ رطب ثم تغزل فى صورة الخيط التجارى yarn وذلك بواسطة الجهاز المشار إليه فى الطريقة السابقة.

تحويل الخشب إلى فحم نباتى:

يتم تحويل الخشب إلى فحم ذى قيمة عالية نظرا لأن الطاقة الحرارية الناتجة عنه تكون أكبر بكثير من نظيرتها الناتجة عن الخشب ذاته. يحترق الفحم دون لهب أو دخان، ويعتبر الوقود الأساسى ومصدر الطاقة فى كثير من المناطق الحارة، كما يستخدم الفحم النباتى كمادة ماصة للشوائب والروائح غير المرغوب فيها، ويستعمل فى القناعات الواقية من الغازات السامة.

علاوة على ما تقدم، يدخل الفحم النباتى فى تجهيز المستحضرات الطبية لامتصاص بعض الغازات من المعدة. تعتبر الأخشاب الصلدة مثل السنط والبلوط وغيرها من أفضل الأخشاب المستخدمة لهذا الغرض.

طرق إنتاج الفحم:

يتم تحويل الخشب إلى فحم بأى من الطريقتين التاليتين:

أ- الطريقة التقليدية: وفيها يتم تحويل الخشب إلى فحم من خلال تجميعه فى حفر مكشوفة للهواء بحيث تكون قطع الخشب مرتبة بالطريقة التى تسمح باحتراقها معا، ثم تغطى قطع الخشب بصفائح معدنية وتردم بالرمل الرطب مع مراعاة ترك فتحات للتهوية من كل جانب. يعاب على هذه الطريقة فقد الغازات والمركبات الطيارة الموجودة بالخشب.

ب- طريقة الأفران: وفيها يحول الخشب إلى فحم داخل أفران خاصة وتحت ظروف احتراق معينة.

تمتاز هذه الطريقة بإنتاج فحم ذى صفات جودة عالية حيث يتم الاستفادة من الغازات والمكونات الأخرى بالخشب مثل الكحولات ومواد الورنيش والغازات اللازمة كمصدر للوقود.

مواد الدباغ Tanning Materials

الدباغ عبارة من خليط فى مركبات فينولية ذات وزن جزيئى مرتفع، تتركب أساسا من حامض Gallic acid، وكاتشين Catechine، وبوجدان معا أيضا فى مخاليط الدباغ. يمكن تمييز مجموعتين من المواد الدباغية:

١-دباغ يمكن تحللها مائيا، أى استر يتركب أساسا من حامض Gallic acid، مرتبطا مع سكريات مختلفة، ومن أمثلتها الدباغ المستخلص من خشب شجرة القسطل *Castanea sativa*،

٢-دباغ مكثفة، تتركب أساسا من Procyanidin أو كاتشين Catechine ، ونواتج أكسدتها وتكثيفها، ومن أمثلتها الدباغ المستخلص من قشرة قلف شجرة الوطل الفضى *Acacia mearnsii*، والخشب الصميمى لسيقان شجرة كبراكو *Schinopsis balansae*.

تتميز المواد الدباغية المستعملة فى الأغراض الصناعية بقابليتها للذوبان فى الماء، ويعزى تأثيرها فى صناعة دبغ الجلود إلى دورها فى ترسيب بروتين الأنسجة الحيوانية، الأمر الذى يؤدى إلى ثبات ومقاومة البروتين لعوامل التحلل فيما بعد. كما يرجع تأثيرها الطبى لإيقاف النزيف، ومعالجة الجروح والحروق، إلى دورها فى العمل على انقباض الأوعية الدموية، وترسيب بـــروتين أنـــسجة الجسم.

الدباغ مواد ذات طعم قابض مر، غير متبلورة، تبــدو فـــى القطاعـــات العرضية فى هيئة كتل محببة، أو أجسام ملونة، صفراء، أو حمـــراء، أو بنيـــة، يكاد لا يخلو منها نسيج نباتى، لاسيما الأوراق. توجد فى العصير الخلوى لخلايا متخصصة مفردة Idioblasts، أو تتجمع فى أوعية كبيرة، تسمى أكياس الدباغ Tannins sac، ضمن الأنسجة البارنكيمية لكثير من النباتات، كما قــد توجــد الدباغ فى السيتوبلازم، أو جدر الخلايا كما فى الفلين.

يوجد مئات من الأنواع النباتية التى تستعمل منذ القدم فى أنحاء شتى من العالم لإستخلاص الدباغ، حيث يوجد بكميات إقتصادية فى أنسجتها البارنكيمية، خاصة القشرة، وبارنكيما خشب السيقان والجذور، فضلا عــن الثمـــار وقلـــف الأشجار. يرجح أن يقوم الدباغ بحماية الخلية من الجفاف والتعفن، وتقى النبات من الفيليات، وتساعد فى إلتئام جروح النبات.

تعتبر الدباغ واحدة من المنتجات النباتية ذات الأهميـــة الإقتـــصادية، إذ تستخدم فى صناعة الحبر العادى، ودباغة الجلود، فضلا عن بعـــض النـــواحى الطبية ولكن بكميات محدودة. يستفاد من جزء كبير من الدباغ لخفض لزوجـــة بعض المنتجات الصناعية. تواجه مواد الدباغ النباتية منافسة قوية من نظيرتهـــا المجهزة صناعيا، وبالرغم من هذا، ما زال الطلب على الدباغ النباتية متزايـــدا، نظرا لإكسابها الجلد وزنا ولونا مميزا.

يتم تداول الكمية الرئيسية من الدباغ تجاريا ومنذ سنوات عديدة في صورة مستخلص (رطب وجاف)، أما المادة الخام ذات المحتويات الدباغية الوافرة، فإنها تجهز في صورة مجففة أو كمسحوق مثل مسحوق tara.

وفيما يلي بعض الأنواع النباتية التي تستغل إقتصاديا وبصورة منتظمة لإنتاج الدباغ، علما بان أهمها في الوقت الحالي شجرة القسطل *Castanea sativa*، والوطل الفضي *Acacia mearnsii*، وشجرة كبراكو *Schinopsis balansae*.

دباغ الأوراق Tanin of leaves

١ - سماق الدباغ

نبات سماق الدباغ *Rhus coriaria* L. ينتمي إلى العائلة الإنكاردية *Anacardiaceae*، يرجع موطنه الأصلي إلى حوض البحر الأبيض المتوسط حتى جنوب غرب آسيا. يزرع في جنوب إيطاليا، حيث تجمع الأوراق حينما تبدأ في التلون باللون الأحمر، ثم تجفف وتطحن. تعتبر أوراق النبات من أهم مصادر الدباغ، إذ يتراوح محتواها منه بين ٢٥-٣٠%.

٢ - شجيرة الفوفل الهندي

الفوفل الهندي *Uncaria gambir* (Hunter) Roxb. تنتمي إلى العائلة الروبية (عائلة البن) *Rubiacea*، يرجع موطنها الأصلي إلى جنوب شرق آسيا، حيث تزرع في الجزر الصغيرة الواقعة بين سنغافورة وسومطره. وهي شجيرة متسلقة، يصل إرتفاعها حوالي ثلاثة أمتار.

يستخرج الدباغ من أوراق النبات وأغصانه الحديثة عن طريق الغليان في الماء، حيث تحتوي الأوراق على حوالي ٣٥-٤٠% دباغ. يبدأ جمع الأوراق والأغصان عندما تبلغ الشجيرات عامين من عمرها، ويستمر ذلك حتى تبلغ عشرين عاما. تجمع الأوراق أربع مرات في العام. يسمى الدباغ الناتج تجاريا gambier حيث يجهز في صورة مكعبات.

دباغ القلف Tannin of Bark

القلف عبارة عن جميع الأنسجة التى توجد خارج الكــامبيوم الوعــائى. تستخرج الدباغ من قلف بعض الأشجار مثل البلوط والتين الهندى والوطل، حيث يتركز انتشارها فى بارنكيما نسيج القشرة.

١- البلوط

يستخدم قلف بعض أنواع البلوط كمصدر للدباغ مثل البلوط الكــستنائى *Quercus prinus* L. والبلوط الأســود *Quercus nigra* L. مــن العائلــة البلوطية *Fagaceae*. تبلغ نسبة الدباغ فى قلف كل من النوعين حوالى ١٠%. يكتسب الجلد المدبوغ فى هذه الحالة لونا أصفر.

٢- التين الهندى

شجرة التين الهندى الأحمر *Rhizophora mucronata* Lam. تنتمى إلى العائلة *Rhizophoraceae* يرجع موطنها الأصلى إلى الشواطئ الإستوائية، حيث يستغل قلف أنواع أخرى لإستخلاص الدباغ فى كثير من الدول الإستوائية. يعتبر قلف شجرة التين الهندى الأحمر أهم مصادر الحصول على الدباغ مقارنة فى ذلك بالأنواع الأخرى من التين الهندى، إذ يحتوى القلف على دباغ تتــراوح نسبته بين ٢٥-٤٠%. جدير بالذكر، أن الجلد المدبوغ فى هذه الحالة يكون ردئ اللون، ولهذا يخلط مع مواد دباغية أخرى.

٣- الوطل الفضى

شجرة الوطل الفضى *Acacia mearnsii* De Wild. تنتمى إلى العائلة الطلحية *Mimosaceae*، يرجع موطنها الأصلى إلى جنوب شــرق إســتراليا، وتوجد فى كل من البرتغال وأسبانيا وإيطاليا. يبلغ الإنتاج السنوى من هذا الدباغ ١٣٠٠٠٠ طن، وتعتبر كلا من جنوب إفريقيا والبرازيل المنتج الرئيــسى لــه. تتراوح نسبة الدباغ فى القلف المجفف لشجرة الوطل بــين ٣٥-٣٩%. الجلــد المدبوغ فى هذه الحالة يكون أرجوانى اللون، جامدا وقويا، حيث يــستخدم هــذا الدباغ وبكثرة فى صناعة نعال الأحذية.

دباغ الخشب Tannin of Wood

١- خشب شجرة القسطل

تنتمى شجرة القسطل .*Castanea sativa* Mill إلى العائلة البلوطيـــة *Fagaceae*، يرجع موطنها الأصلى إلى إيطاليا وأسبانيا وجنوب فرنسا، يحتوى خشب الساق على حوالى ٨,٥% دباغ، ويبلغ إنتاجه الـــسنوى حـــوالى ٥٠٠٠٠ طن، حيث يستخدم فى دباغة الجلود الثقيلة. يستفاد من بذور النبات للأكل.

٢- شجرة كبراكو

تتبع شجرة كبراكو جـــنس *Schinopsis* الـــذى يـــضم نـــوعين همـــا *Schinopsis quebracho-colorado* و *Schinopsis balansae* Engl. (Schechtend) Parkl et Mey من العائلة الإنكارديـــة *Anacardiaceae*. يرجع الموطن الأصلى لكل من النوعين إلى شمال الأرجنتين، وجنوب البرازيل، وبارجواى، وينتشران فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية. يحتوى خـــشب النوع الأول *S. balansae* على حوالى ٢٠-٢٥% دباغ، فى حين تتراوح نسبة الدباغ فى خشب النوع الثانى *S. quebracho-colorado* بين ١٦-١٧% فقط. يبلغ الإنتاج السنوى للدباغ من النوعين معـــا حـــوالى ١٣٠٠٠٠ طـــن، حيـــث يستخلص من أشجار برية، ويصلح لدبغ جميع أنواع الجلود.

٣- الكافور

شجرة الكافور *Eucalyptus astringens* Maiden تنتمى إلى العائلة الآسية *Myrtaceae*، ويرجع موطنها الأصلى إلى غرب إستراليا، وتنتشر فـــى المناطق تحت الإستوائية. يستخلص الدباغ فى استراليا من قلف الأشجار، حيث تتراوح نسبته بين ٤٠-٥٥%، ويبلغ إنتاجه السنوى حوالى ١٠٠٠ طن، يستفاد أيضا من قلف الأنواع الأخرى من الكافور لإستخلاص الدباغ ولكن على نطـــاق ضيق.

دباغ الثمار Tannin of Fruits

١- شجرة شعير هندى

تنتمى شـــعير هنـــدى .Terminalia chebula Retz إلـــى العائلـــة *Combretaceae*، يرجع موطنها الأصلى إلى الهند، وتنتــشر فـــى المنـــاطق الإستوائية. تحتوى ثمار الأشجار البرية على كمية دباغ تتـــراوح نـــسبتها بـــين ٢٥-٣٥%، ويبلغ الإنتاج السنوى من الثمار حوالى ١٠٠٠٠٠ طـــن، يـــصدر نصفها. يستفاد من ثمار الأنواع الأخرى التابعة لجنس *Terminalia* كمـــصدر لإنتاج الدباغ بطريقة مماثلة، حيث يستخدم هذا الدباغ فى دبـــغ جلـــود الأغنـــام والماعز، والجلد الناتج فى هذه الحالة يكون أصفر اللون. يـــستفاد أيـــضا مـــن أخشابها فى صناعة السفن والأدوات الزراعية.

٢- شجرة السيسبان الأمريكى

تنتمى شجرة السيسبان الأمريكى *Caesealpinia coriaria* (Jacq.) Willd. إلى العائلة البقمية *Caesalpiniaceae* ويرجع موطنها الأصلى إلـــى أمريكا الوسطى والجنوبية. مناطق إنتاجها الرئيسية هـــى فنـــزويلا، كولومبيـــا، وجزر الهند الغربية، حيث يبلغ الإنتاج السنوى حوالى ١٠٠٠٠ طـــن. تحتـــوى الثمار على دباغ وافر تتراوح نسبته بين ٤٠-٥٠%.

المخاط والصموغ النباتية Mucilages and vegetables gums

المخاط والصموغ النباتية عبارة عن مواد كربوهيدراتية متبلمـــرة، ذات سلسلة رئيسية تتركب من سكر (مانوز، جلكتوز) فضلا عن جزيئـــات ســـكرية أخرى مختلفة، أومشتقات سكرية (حامضة جلكتورونيك Galacturonic acid، جلوكورونيك glucuronic acid). يمثلها كيماويـــا الهيميـــسيليلوزات (زيـــلان Xylane)، والبكتينات (تتركب سلسلتها الرئيسية مـــن حمـــض جلكتورونيـــك galacturonic acid). تتميز الصموغ بخواص طبيعية، إذ أنها نصف شـــفافة، لا تذوب فى الكحولات، أو معظم المذيبات العضوية. تذوب فى الماء الـــساخن

مكونة محلولا لزجا لاصقا، أو تنتفخ مكونة كتلة غروية نتيجة إمتصاصها الماء. تتميأ بالغليان مع الأحماض المخففة نتيجة خليطا من سكريات متنوعة. تتصلب عند تعرضها للهواء الجوى.

الصموغ تعتبر منتجات غير عادية، ير البعض أنها تنشأ نتيجة لإصابة مرضية، أو إستجابة لجروح، ويرى آخرون، أنها ظاهرة طبيعية، ربما يزداد وضوحها بسبب الجروح أو إصابة مرضية. تمثل الصموغ الخام مكونات الجدار الخلوى، مثلما هو الحال فى صموغ البذور، أو تتكون من مادة الجدار، كما فى صموغ القلف، حيث تنشأ نتيجة لتحلل جدر خلايا الأنسجة التى توجد بها. فضلا عن هذا، قد تتكون الصموغ نتيجة لنشاط خلايا إفرازية متخصصة. وفى جميع الحالات، تلعب الدكتيوسومات Dictyosomes فى الخلية دورا فى بناء الصموغ.

يمكن تمييز عدة مجموعات من الصموغ تبعا لمكان تكوينها فى النبات، إذ توجد صموغ القلف، وصموغ الإندوسبرم، ثم صموغ قصرة البذرة، والأخيرة ينتج عنها المخاط.

وفيما يلى أمثلة لبعض الأنواع النباتية المنتجة للصموغ.

أ- صموغ القلف

تستخلص صموغ القلف غالبا من اشجار وشجيرات برية، باستثناء **الصمغ العربى الذى ينتج من أحد الأنواع المنزرعة فضلا عن حالته البرية وهو السنط السنغالى** *Acacia senegal* **حيث يكثر وجوده فى إقليم كردفان بالسودان.**

١- الصمغ العربى Arabic gum

هو إفراز جاف، يحصل عليه من قلف ساق وأفرع أنواع مختلفة من جنس السنط، لاسيما السنط السنغالى *Acacia senegal* (L.) Willd. الذى ينتمى إلى العائلة الطلحية *Mimosaceae*. شجرة السنط السنغالى تنمو بريا فى

صورة غابات شاسعة، شرق وغرب أفريقيا، مـــن الـــسنغال ونيجيريـــا حتـــى السودان، فضلا عن بعض الدول العربية الأخرى، خاصة الجزيرة العربية. تنتج أجود أنواع الصمغ العربى من أشجار السنط التى تزرع خصيصا لهذا الغــرض فى إقليم كردفان بالسودان. وهى شجرة مستديمة الخضرة، يتراوح إرتفاعها بين ٥-٦ متر، ذات قلف أسود اللون، أوراقها مركبة ريـــشية متـــضاعفة، أذناتهـــا متحورة إلى أشواك، تتميز بتورق قواعد الأوراق phyllode. الأزهار توجد فى نورات كثيفة، رأس Head، تتميز بأن أوراق الكأس والتويج صـــغيرة وغيـــر ملونة. الطلع عديد الأسدية، ذو خيوط طويلة، ملونة، تبرز من الزهـــرة، حيـــث تجذب الحشرات للتلقيح. المتاع كربلة واحدة، عديد البويضات، والثمرة قرظـــة lomentum.

يتكون الصمغ فى الأنابيب الغربالية، وبارنكيما اللحاء للحـــصول علـــى الصمغ وتنشيط تدفقه وانسيابه، تجرى عملية إحداث شقوق أو جروح فى القلف الخارجى لسيقان الأشجار، عند نهاية موسم الأمطار، على أن يتراوح عـــرض الشق بين ٣-٥سم، وطوله بين ٣٠-١٠٠سم. تجرى هذه العملية فـــى أشـــجار عمرها حوالى سبع سنوات، وبعد مرور فترة تتراوح بين ٣-٦ أسابيع، يجمـــع الصمغ المتكون عند قاعدة الشق فى صورة قطرات شبه شفافة، تماثل قطـــرات الدموع. تعاد عملية الجمع أثناء فترة الجفاف عدة مرات، كل ٤-٦ أيام، حتـــى يتوقف إنسياب الصمغ. تستغل الأشجار فى إنتاج الصمغ على مدار فتـــرة مـــن عمرها تتراوح بين ١٥- ٢٥ عام، تزال بعدها، حيث تستعمل أرض الزراعة فى إنتاج محاصيل غذائية لعدة سنوات.

تتكاثر النباتات بالبذرة، وكذلك العقل الساقية. يستفاد من الأشـــجار فـــى إستخلاص الصمغ لفترة تتراوح بين ١٥-٢٥ عام، تزال بعدها الأشجار ليحـــل محلها محاصيل غذائية على مدار عدة سنوات.

يعتبر صمغ كردفان بالسودان أفضل الأصناف، يوجد فى صورة قطرات بيضاوية أو كروية الشكل، ذات أقطار تتراوح بين ٠,٥ - ٤سم، بيضاء اللون، وقد تميل إلى اللون الأصفر أو البنى. فى المناطق الساحلية، يوصـــى بزراعـــة أشجار السنط السنغالى كمصدات للرياح وحماية التربة من الإنجراف.

توجد أنواع أخرى من جنس *Acacia* تمثل مصادر لإنتاج الـصمغ بـصورة تجارية مثل الطلح *Acacia seyal*، والسنط العربى *Acacia nilotica*. فضلا عما تقدم، توجد أنواع أخرى من السنط تستعمل محليا لإنتاج الصموغ.

جدير بالذكر، أن الصمغ العربى يتم تداوله فى الأسواق تحت مـسميات مختلفة، تبعا لمصدره النباتى، أو مكان إنتاجه مثل zedu gum, babul gum وهذه تطلق على الصمغ المستخلص من الـسنط العربـــى *Acacia nilotica*، hashab gum, vereck gum مـن النـــوع الـسنغالى *Acacia senegal*، Talha gum، suakim gum، من نوع الطلح *Acacia seyal* .

بلغ الإنتاج العالمى السنوى من الصمغ العربى حـوالى ٦٠٠٠٠ طـن، يستفاد من معظمه (٥٥-٦٠%) فى مجال الصناعات الغذائية، كعامل إستحلاب، ومثبت، كما أنه يرفع لزوجتها. فضلا عن ذلك، يستفاد من الصمغ كمادة لاصقة فى تجهيز المنسوجات، وصناعة بعض البويات، وصناعة المستحضرات الطبية.

٢- صمغ الكثيراء Tragacanth gum

يحصل هذا الصمغ من شجيرة القتاد أو الكثيراء البيضاء *Astragalus gummifer* Labill. بالإضافة إلى أنوع أخرى من نفس الجنس، تنمو بصورة برية فى مناطق جنوب غرب آسيا. وتنتمى شجيرة الكثيراء إلى العائلة الفراشية *Fabaceae*، وهى شجيرة شوكية صغيرة، يصل إرتفاعها إلى حـوالى متـر واحد، أوراقها مركبة ريشية ذات وريقات بيضاوية إلى مستطيلة الشكل، الزهرة فراشية التركيب، والثمرة باقلاء.

يتكون صمغ الكثيراء Tragacanth أو Tragant نتيجة لتحول جدر خلايا النخاع والأشعة النخاعية إلى مادة صمغية، تمتص الماء بسهولة، وتنتفخ محدثة ضغطا على النسجة المجاورة. حينما يجرح الساق أو يخدش، يسيل الصمغ تلقائيا، ويترك على القلف الخارجى حتى يجف قبل أن يتم جمعه. يتوقف شكل قطعة الصمغ على شكل الشق أو الجرح الموجود بقلف الساق، فالشقوق الرأسية ينتج عنها قطع منبسطة الشكل على هيئة ضفائر، بينما الثقوب ينتج عنها قطع إسطوانية الشكل.

يباع ضمع الكثيراء على هيئة خيوط رفيعة ملتوية، أو فى صورة قشور على هيئة ضفائر، تتميز بوجود خطوط طولية وعرضية على سطحها، يبلغ طولها حوالى ٣سم، وعرضها حوالى سنتيمتر واحد، وسمكها حوالى ٢مم. كما يباع الصمغ أيضا على صورة قطرات تشبه الدموع.

الصمغ عديم اللون والطعم والرائحة، إذا نقع فى الماء البارد، ينتفخ مكونا كتلة جيلاتينية لزجة. يحتوى هذا الصمغ على ماء وآثار من نشا وسليلوز، ومواد نيتروجينية. يسمى الجزء الذائب فى الماء Tragacanthin. يستخدم هذا الصمغ فى طبع الأقمشة، وكمادة لاصقة فى صناعة أقراص الدواء.

وإلى جانب ما تقدم، توجد صموغ أخرى تستخرج من قلف بعض الأنواع النباتية، مثل الصمغ الهندى Karaya gum أو Indian tragant الذى يحصل عليه من شجيرة الإستركوليا *Sterculia urens* Roxb. التابعة للعائلة الاستركولية *Sterculiaceae*، والتى توجد نامية فى الهند بحالة برية.

يعتبر صمغ الكثيراء tragant أغلى الصموغ النباتية، إذ يبلغ سعره ٦ – ١٠ أضعاف نظيره من الصمغ العربى، ويكاد يكون استعماله والاستفادة به قاصرا على مجال صناعة الدواء. من ناحية أخرى، يقارب سعر الصمغ الهندى Karaya gum ضعف نظيره من الصمغ العربى، ويستفاد به فى صناعة المستحضرات الطبية، وصناعة المواد الغذائية.

كما يوجد أيضا الصمغ الهندى ghatti gum، الذى يستخلص فى الهند من شجرة .Anogeissus latifolia Wall التابعة لعائلة *Combretaceae*، حيث توجد نامية بحالة برية فى كل من الهند وسيلان. يصدر من هذا الصمغ كميات محدودة. يعتبر صمغ جنجان jhingan gum أحد الصموغ النباتية التى تستهلك محليا بالكامل فى دول جنوب شرق آسيا، والهند، حيث يستخلص من أشجار *Lannea coromandelica* (Houtt.) Merill ، التابعة للعائلة الأنكاردية *Anacardiaceae*. يستخدم هذا الصمغ فى صناعة الأقمشة، فضلا عن الاستفادة به فى عملية ترويق عصير قصب السكر.

ب- صموغ الإندوسبرم

- صمغ الجوار Guar gum

يأتى صمغ الجوار فى مقدمة الصموغ النباتية المستخلصة من نسيج الإندوسبرم، إذ يتجاوز إنتاجه نظيره من الصمغ العربى، وتستهلك الولايات المتحدة الأمريكية منه سنويا بمفردها حوالى ٥٠٠٠٠ طن. يستخلص هذا الصمغ من إندوسبرم بذور نبات .*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub، التابع للعائلة الفراشية *Fabaceae*، وهو نبات حولى من النباتات الهندية القديمة، التى تنتشر جنوب الهيمالايا كنبات خضر وأعلاف، كما كان يزرع من قبل فى دول أخرى، وبصفة رئيسية للتسميد الأخضر، فضلا عن الاستفادة به كنبات علف. منذ بداية الخمسينات، أصبح هذا النبات، بالدرجة الأولى، مصدرا لإنتاج الصمغ، وهو من النباتات التى تقاوم إلى حد ما ظروف الجفاف، كما يتميز بقدرته على تثبيت النيتروجين الجوى، فضلا عن ملاءمته الكاملة للزراعة الآلية.

يتم فصل إندوسبرم البذور عن القصرة والجنين من خلال عملية طحن للبذور، جافة أو رطبة. يبلغ محصول البذور حوالى ٨٠٠ كجم للهكتار، ويمثل الإندوسبرم حوالى ٣٥-٤٢% من وزن البذرة. المنتج التجارى عبارة عن مطحون الاندوسبرم الناعم، وتعتبر الهند المصدر الرئيسى لصمغ الجوار، غير أنه أصبح يتم إنتاجه فى كثير من الدول الأخرى.

صمغ الجوار يعتبر أرخص نوعا ما، من الصمغ العربى، ويستعمل فى معظم الأغراض التى يستخدم فيها الصمغ العربى، إلا أن الكمية الرئيسية من صمغ الجوار لا تستعمل فى مجال الصناعات الغذائية، وإنما يستفاد بها فى مجالات صناعية أخرى.

توجد صموغ أخرى يتم إستخلاصها من إندوسبرم بعض الأنواع النباتية، أهمها صمغ الخروب، وصمغ التمر الهندى.

صمغ الخروب Carob gum

يحصل على هذا الصمغ من إندوسبرم بذور شجرة الخروب *Ceratonia siliqua* L. من العائلة البقمية *Caesalpiniaceae*، ويتم تداوله تجاريا تحت مسمى Carob gum. تحتوى البذور على حوالى ٣٥-٤٥% إندوسبرم. يستخدم صمغ الخروب فى جميع الأغراض خاصة صناعة المواد الغذائية، وصناعة المستحضرات الطبية، ومستحضرات التجميل.

صمغ التمر هندى Tamarind gum

يحصل على هذا الصمغ من إندوسبرم بذور شجرة التمر هندى *Tamarindus indica* L. من العائلة البقمية *Casealpiniaceae*. بلغ إنتاج الهند من صمغ التمر هندى (Tamarind seed powder) حوالى ٢٠٠٠٠ طن، حيث يستخدم معظمه محليا فى صناعة المنسوجات، ويصدر الباقى.

فضلا عما تقدم، توجد أنواع أخرى من الصموغ التى تستخلص من إندوسبرم بذور بعض الأنواع النباتية، إلا أنها لا تلعب دورا ملموسا فى مجال التجارة العالمية، مثل صموغ الأنواع المختلفة من جنس القنب البنغالى *Crotalaria* التابع للعائلة الفراشية *Fabaceae* ، وأنواع جنس السيسبان *Sesbania* من نفس العائلة.

ج- صموغ قصرة البذرة (مخاط البذرة)

يحصل هذا النوع من الصمغ (المخاط) بصفة أساسية من بـذور لـسان الحمل .Plantago ovata Forsk الذى ينتمـى إلـى عائلـة لـسان الحمـل *Plantaginaceae*. النبات عشبى معمر، يتراوح بين ٥-١٠سم، سـاقه غيـر مميزة، أوراقه شريطية ضيقة ذات حافة مسننة. الأزهار فى نورات سنبلية كثيفة والثمرة علبة Capsule، طولها حوالى ٣ مم ذات بذرتين لونهما بنى فاتح.

تعتبر بذور النبات ذات أهمية طبية كبيرة، إذ تمثل مصدرا هاما لكثيـر من العقاقير، يحصل على معظم البذور (٧٥%) من مصادر برية ناميـة فـى إيران. تمثل الهند المنتج الرئيسى، إذ يبلغ إنتاجها السنوى حوالى ٤٥٠٠ طن من البذور .

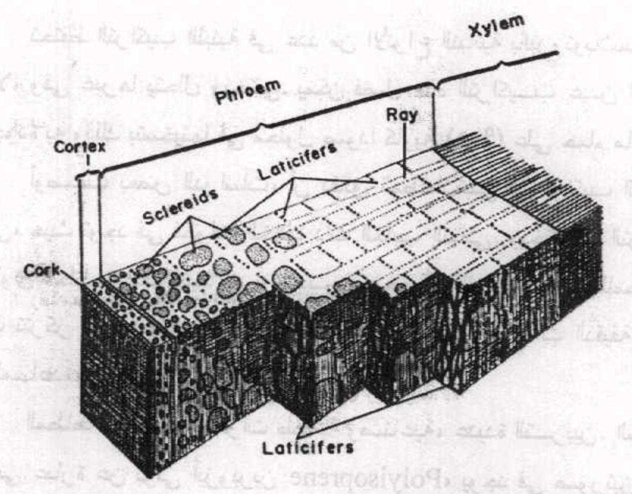
صمغ بذور لسان الحمل يماثل تقريبا فى سعره نظيره فى صمغ الكثيراء tragant ويستعمل فى الأغراض الطبية، وصناعة مستحضرات التجميل. يبلـغ الإنتاج السنوى من صمغ لسان الحمل حوالى ٥٠٠ طن.

وبصفة عامة، تواجه الصموغ النباتية، فى كثير من المجالات، خاصـة الصناعات الغذائية، منافسة من المنتجات المخاطية للطحالـب مثـل الجينـات Algin الطحالب البنية، والآجار، Carrageenan من الطحالب الحمراء، ومن مشتقات النشا والسليلوز، فضلا عن منتجات المخاط البكتيرية مثل الديكـستران وزانثان. ونظرا للاحتياج المستمر والمتزايـد مـن المنتجـات الغذائيـة مثـل المشروبات والمثلوجات ومنتجات الألبان، فإن الصموغ النباتية سـوف تحقـق أسعارا مميزة مستقبلا، طالما بقيت قادرة على المنافسة بكفاءة مع نظيرتها مـن المصادر الأخرى.

الحليب النباتى Latex

الحليب النباتى عبارة عن سائل لزج نوعا، يحتوى على مواد مختلفة فى حالة ذائبة أو غروية أو صلبة، مثل السكريات، والبروتينات، والزيوت الطيارة، وحبيبات النشا. قد يحتوى أيضا على أحماض عضوية، وقلويدات، ودباغ، وصموغ، وراتنجات، ومطاط. هذا السائل يكون عادة أبيض اللون كما فى مطاط هيفيا *Hevea brasiliensis*، وثمار نبات الخشخاش *Papaver somniferum*، وأحيانا، بنى مائل للإصفرار كما فى القنب الهندى *Cannabis sativa*، أو أصفر كما فى نبات الخطاطيف *Chelidonium majus* أو أحمر كما ريزومات نبات عرق الدم *Sanguinaria canadensis* وقد يكون عديم اللون كما فى التوت *Morus*. يوجد الحليب النباتى فى خلايا نباتية متخصصة، تسمى تراكيب الحليب النباتى Laticifers، وهى إما خلايا، أو أنابيب، أو أوعية لبنية (شكل ٣٢). خلايا الحليب النباتى قد توجد منفردة بأعداد كبيرة، تستطيل كثيرا مع تقدم نمو النبات، وأحيانا تتفرع، وقد ينشأ عنها جهاز كبير مميز فى جسم النبات. سيتوبلازم الخلية اللبنية Laticifer cell ، رقيق، عديد النوى. أما أنابيب الحليب النباتى، فهى متفرعة، أو غير متفرعة. تنشأ الأنبوبة المتفرعة من خلية واحدة تمتد فى جنين البذرة وتتفرع بداخله، وكذلك خلال مرحلة الإنبات، وحتى تمام تكوين النبات الكامل، وبالتالى تصبح فى صورة جهاز ضخم متفرع. تستمر نواة الخلية فى الإنقسام دون تكوين جدر فاصلة، وبالتالى يصبح سيتوبلازم الأنبوبة وتفرعاتها عديد النوى، كما فى نبات الشولة البيضاء *Euphorbia resinifera*.

أما الأنابيب غير المتفرعة، كما فى حالة لحاء القنب الهندى *Cannabis sativa*، فإن بداية الأنبوبة غير المتفرغة تنشأ أسفل المرستيم القمى فى صورة خلية تستطيل خلال مرحلة البادرة، وتستمر فى الإستطالة أثناء نمو النبات إلى أن تصبح فى صورة أنبوبة طويلة غير متفرغة، قد تمتد إلى مسافات متباينة من الساق، وتتميز أيضا بعدم تكوين جدر فاصلة.



شكل (٣٢) تراكيب الحليب النباتى

وفى حالة أوعية الحليب النباتى Laticifer vessels، فإن كـل وعـاء يتركب من سلسلة طويلة من الخلايا التى تلاشت جدرها العرضية الفاصلة فيما بينها. تنشأ بداية الوعاء فى جنين البذرة، ثم تمتد بعد ذلك فى الأنسجة الجديدة خلال مرحلة الإنبات والمراحل التالية، وذلك عن طريق إضافة خلايا بارنكيمية فى نسيج اللحاء، تتحول بدورها فيما بعد إلى عناصر لأوعية الحليب النباتى. توجد أوعية الحليب النباتى فى بعض العائلات مثل الخشخاشية *Papaveraceae*، والمركبة *Asteraceae* والتوتية *Moraceae*.

تتميز جدر جميع تراكيب الحليب النباتى بأنها إبتدائية سليلوزية غير ملجننة، مختلفة السمك، وقد تصبح فى سمك جدر الخلايا البارنكيمية المجاورة أو أكثر. تحتوى الجدر السميكة على نسبة مرتفعة من المواد البكتينية والهيميسليلوزات، وهى ذات طبيعة مرنة.

تحتفظ التراكيب اللبنية فى عدد من الأنواع النباتية بالبروتوبلاست حيا وفعالا، وفى غيرها يتحلل ويختفى. يمكن فصل هذه التراكيب عن النسيج الموجودة به وذلك بتسخينها فى محلول صودا كاوية (٥%) على حمام مائى.

أوضحت بعض الدراسات، أن دقائق المطاط تبنى فى تراكيب الحليب النباتى، حيث توجد فى فجوات الخلايا ذات الحليب النباتى. ويختلف التركيب الكيماوى للحليب النباتى تبعا لنوع النبات، ويرجح أن الفائدة الرئيسية للمطاط فى النبات تتركز فى حمايته من آكلات الأعشاب وربما من الكائنات الدقيقة، فضلا عن المساعدة فى إلتئام الجروح.

المطاط عبارة عن بلمرات طبيعية وصناعية، عديدة التربين. المطاط الطبيعى عبارة عن بولى أيزوبرين Polyisoprene، يوجد فى صورتين: cis-1,4-polyisoprene وهو ما يعرف بالكاوتشوك الذى يتميز بخواص مرونة عالية، trans-1,4-polyisoprene ويتميز بخواص أقل مرونة، غير أنه يتحمل درجات الحرارة العالية.

يوجد المطاط بكميات قليلة فى كثير من الأنواع النباتية، إلا انه يستفاد فقط فى الأغراض الصناعية من النباتات التى تحتوى على المطاط بكميات وافرة، حيث يوجد فى الفجوات الخلوية للأنابيب والأوعية اللبنية. ومن الوجهة الاقتصادية، يعتبر مطاط هيفيا *Hevea brasiliensis* أهم الأنواع المنتجة للمطاط، نظرا لأن حليبه النباتى يحتوى على مطاط فقط، هذا بالإضافة إلى بعض الأنواع التى يحتوى الحليب النباتى فيها بصفة رئيسية على المشابه الآخر trans-1,4-polyisoprene.

مطاط هيفيا Hevea rubber

يحصل على أكثر من ٩٩% من الإنتاج العالمى للمطاط الطبيعى من الأشجار المنزرعة لنبات مطاط هيفيا *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.، فى حين يحصل على الباقى من أشجار برية لنفس النوع، فضلا عن أنواع أخرى

من نفس الجنس، خاصة النوع *Hevea benthamiana* Mull. Arg.، توجـد منتشرة فى المناطق الإستوائية من أمريكا الجنوبية.

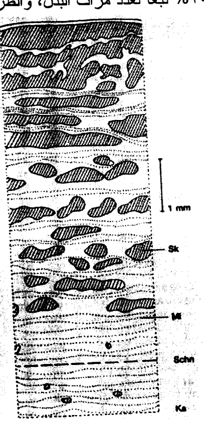
مطاط هيفيا، شجرة تنتمى إلى العائلــة الــسوسبية *Euphorbiaceae*، يرجع موطنها الأصلى إلى حوض الأمازون، توجد أصناف من هذا النوع، غير أن الطرز المنزرعة من مطاط هيفيا تتبع الصنف var. *brasiliensis*.

يبلغ الإنتاج العالمى من مطاط هيفيا ٣,١ مليون طن، تساهم منها جنوب شرق آسيا بإنتاج قدره ٢,٨ مليون طن، وهو ما يمثل ٩١% من الإنتاج العالمى. تأتى ماليزيا فى مقدمة الدول المنتجة للمطاط (١,٢٨ مليون طن)، تليها إندونيسيا (٠,٨٥ مليون طن)، ثم تايلاند (٠,٣٤ مليون طن)، سرى لانكا (٠,١٤ مليــون طن). ومنذ نهاية الحرب العالمية الثانية، تضاعف الإنتاج أربع مرات فـــى دول غرب إفريقيا (ليبريا، ونيجريا، وزائير، والكاميرون، وساحل العاج)، حيث بلــغ إنتاجها عام ١٩٧٣ حوالى ٢٤٩٣٠٠ طن، كما توجد مساحات شاســعة تمــت زراعتها بأشجار المطاط سوف تعطى إنتاجها فى المستقبل. أمــا فـــى أمريكــا الجنوبية فإن الإنتاج ظل دون تغير تقريبا (٣٢٠٠٠ طن)، نظرا لإصابة أوراق المطاط المنزرعة ببعض الأمراض، الأمر الذى جعل زراعتها أمرا عسيرا.

شجرة مطاط هيفيا يصل إرتفاعها إلى حوالى ٣٠ متر، ويتراوح قطــر ساقها بين ٢,٤-٣ متر، تتميز بجذر وتدى يصل طوله إلى ٤,٥ متر. يتــراوح طول الجذور الجانبية بين ٧ – ١٠ متر. الساق قائمة، مغطاة بقلف رمادى فاتح اللون، تحمل أوراقا مركبة راحية ثلاثية الوريقات، ذات عنق طويــل، الأوراق الأربع أو الست الأولى كبيرة، ذات وريقات طويلة، ويفــصلها عــن بعــضها سلاميات طويلة، فى حين تكون الأوراق التالية صغيرة، وتنفصل عن بعــضها بسلاميات متناهية فى قصرها. تسقط الأشجار البالغة أوراقها جميعا على فترات، مرة أو مرتين فى العام. الأزهار بيضاء اللون، عبقة الرائحة، وحيدة الجــنس، تحمل فى نورة واحدة هرية Catkin. الثمرة بندقة Nut، تحتوى علـــى ثــلاث

بذور إندوسبرمية كبيرة، ذات قصرة مزركشة، يتم نضجها خلال ستة أشهر، تحتوى البذور على حوالى ٣٠% زيت مجفاف، أحمر داكن.

يتركب جهاز الحليب النباتى فى شجرة مطاط هيفيا (شكل ٣٣) من أوعية حليب نباتى متفرعة فى اللحاء الثانوى على صورة أسطوانة مركزية تتبادل مع أخرى من اللحاء الثانوى. تجدر الإشارة إلى أن أكثر الأوعية إحتواءا على الحليب النباتى هى الأكبر عمرا، أى البعيدة عن الكامبيوم الوعائى. تتكشف تراكيب الحليب النباتى بصورة مستمرة فى بارنكيما اللحاء الثانوى نتيجة نشاط الكمبيوم الوعائى. يحتوى الحليب النباتى على حوالى ٣٠% مطاط وبحد أقصى ٤٠%، وقد يقل عن ٢٥% تبعا لعدد مرات البذل، والظروف الجوية.



شكل (٣٣): نبات مطاط هيفيا، قطاع عرضى فى قشرة الساق

Ka كامبيوم وعائى، Mi أنابيب الحليب النباتى، Schn نهاية القطع عند البذل، Sk ألياف

الإحتياجات البيئية:

شجرة مطاط هيفيا من نباتات غابات المناطق الإستوائية الممطرة، تقتصر زراعتها على المنطقة الإستوائية المحصورة بين خطى عرض ١٥ شمالا، ١٠ جنوبا. تعتبر درجة حرارة ٢٨°م، وكمية أمطار سنوية تتراوح بين ٢٠٠٠-٤٠٠٠مم ظروفا مثالية لنموها.

تسقط أشجار هيفيا أوراقها أثناء فترة الجفاف، حيث تستطيع تحمل فترات طويلة من الجفاف خلال هذه المرحلة، غير أن المحصول يتراجع كثيرا تحت مثل هذه الظروف. تتأثر محتوى الحليب النباتى من المطاط بالظروف الجوية غير الملائمة، إذ ينخفض إلى أقل من ٢٥%. ينبغى توفر تربة عميقة الخدمة، نظرا لإتساع مدى إنتشار جذور الأشجار. تتراوح درجة حموضة التربة المثلى بين pH ٥-٦، إلا أن الأشجار يمكنها تحمل ظروف حموضة تتفاوت بين pH ٤-٨. ورغم النجاح النسبى للأشجار النامية فى حوض الأمازون وقت الفيضانات، إلا أن تحقيق إنتاج عال وبصورة منتظمة لا يتأتى إلا فى تربة جيدة الصرف.

استخلاص المطاط:

يبدأ الحصول على الحليب النباتى من ساق الشجرة حينما يصبح عمرها خمس سنوات، وذلك بإجراء عملية بذل لساق الشجرة. تبدأ العملية بعمل شق عمودى فى قلف الساق، تكون بدايته على ارتفاع حوالى متر واحد من سطح الأرض، وقد يكون مائلا بزاوية قدرها ٣٠° متجها من أعلى يسارا إلى أسفل يمينا. يستعمل لهذا الغرض سكين خاص لشق القلف عميقا ما أمكن لقطع أوعية الحليب النباتى، دون الإضرار بالكامبيوم الوعائى المسئول عن إضافة أنسجة حليب نباتى جديدة. قد يجرى عمل الشق فى صورة حلزون على جانب واحد من الساق. تستمر عملية البذل على مدار العام، وتجرى عادة فى الصباح الباكر، إذ يكون ضغط الإنتفاخ لتراكيب الحليب النباتى عندئذ عاليا. يسيل الحليب النباتى

من الشق بإستمرار ولمدة نصف ساعة، يجمع خلالها فى أوانى من الألومنيوم معلقة على جذع الشجرة. حديثا، يجمع الحليب النباتى غالبا فى أوانى من البلاستيك. يضاف مقدار من الأمونيا إلى محتويات الأوانى من الحليب النباتى لمنع تخثره.

ولتكرار عملية البذل، يتم إخلاء الشق من أوعية الحليب النباتى المحطمة والجافة، ثم تزال شرائح رقيقة جديدة من الشق مقدارها ١,٥ مم من أنسجة القلف فى كل مرة، وهو ما يعادل حوالى ٢٥سم تقريبا من قلف الشجرة يتم إستبعاده من الشق سنويا. تبدأ إزالة الشرائح من الشق من قمته فى اتجاه قاعدته بمعدل مرة كل يومين ولمدة شهر. عندما يصبح عمق الشق حوالى ٣,٥سم، توقف عملية البذل ويترك الشق ليلتئم. إذا لوحظ أن كمية الحليب النباتى المتحصل عليها ذات مرة قليلة، أو أن الأشجار ضعيفة النمو وليست لديها القدرة السريعة على إعادة تجديد أنسجة القلف، تترك الأشجار فترة راحة لعدة أشهر دون إجراء عملية بذل. حينما يستهلك جانب معين من قلف الشجرة فى عملية البذل يجرى العمل على الجانب الآخر، وحينما يستهلك بدوره، تبدأ عملية البذل فى أجزاء القلف التى تجددت أنسجتها بعد سابق بذلها. تستطيع أنسجة القلف أن تجدد نفسها بعد عملية البذل خلال فترة حوالى ثمانى سنوات تصبح بعدها قادرة على إنتاج حليب نباتى من جديد وبكميات وافرة كما هو الحال فى أنسجة القلف الأصلية قبل عملية البذل. تجدر الإشارة إلى أن تكرار عملية البذل يوميا، أو معاملة الأشجار بالإيثريل لزيادة إنتاج الحليب النباتى، تؤدى إلى انخفاض محتواه وصغر حجم حبيباته. ينقل الحليب النباتى فى أوانى كبيرة إلى المصنع، حيث يصفى لإزالة الشوائب المختلفة خلال ألواح مثقبة من الألومنيوم. يتم تقدير نسبة المطاط فى الحليب المصفى، ثم يخلط بالماء لضبط وتحديد هذه النسبة. تعاد التصفية ثانية فى آليات مثقبة خالية من النحاس. ينقل الحليب النباتى المصفى إلى أحواض التجميد حيث يجمد بإضافة كميات كافية من حامض الخليك أو الفورميك، وذلك

لمعادلة الأمونيا السابق إضافتها أثناء عملية البذل. يتم تجمد المطاط خـلال ٢٤ ساعة ويصبح فى صورة كتل إسفنجية اللون. تزال الرغوة المتجمعـة لتفـادى تكوين فقاعات على سطح المطاط، يستفاد من هذه الرغوة فى صناعة مطاط أقل جودة. توضع كتلة المطاط بين اسطوانات متحركة حتى تـصبح فـى صـورة صفائح رقيقة سمكها حوالى ٢,٥ مم. أثناء هذه العملية، تغسل صفائح المطـاط بالماء وتنقل إلى غرف تجفيف مدخنة، درجة حرارتها أقل من ٥٠°م، علـى أن تكون جيدة التهوية. يمنع الدخان أى تلف قد يحدث فى المطاط خـلال عمليـة التجفيف التى تستغرق حوالى أسبوعا.

علاوة على إنتاج المطاط، يستفاد أيضا من بذور نبـات مطـاط هيفيـا كمصدر لزيت ثابت مجفاف، أحمر داكن اللون، تتراوح نسبته بين ٤٠-٥٠%، إذ يستعمل كزيت طعام، فضلا عن الاستفادة به فى الأغراض الصناعية. يحتوى دقيق البذور على حوالى ٢٨% بروتين، الأمر الذى يكون معه صالحا للإستعمال فى علائق الماشية. فضلا عما تقدم، يمكن الاسـتفادة مـن أخـشاب الأشـجار المستهلكة فى صناعة لب الورق.

مطاط الهند

يحصل على مطاط الهند من شجرة التـين المطـاط *Ficus elastica* Roxb. من العائلة التوتية *Moraceae*، موطنها الأصلى شمال شـرق الهنـد وبورما وشبه جزيرة ملقا (الملايو) وجزيرة سومطرة. الشجرة ضخمة، مستديمة الخضرة، ذات جذور دعامية تنمو من أفرع الشجرة الأفقية. يوجد الحليب النباتى فى قنوات لبنية بالساق، وكذلك فى الجذور الدعامية الهوائية.

مطاط بنما

يحصل على هذا المطاط من شجرة مطاط بنمـا *Costillea elastica* وهى شجرة طويلة، قد يصل إرتفاعها إلى حوالى ٣٠ متر، موطنهـا الأصـلى أمريكا الوسطى والجنوبية. يوجد الحليب النباتى فى قنوات وليس أوعية لبنيـة.

تجرى عملية البذل حينما يبلغ عمر الشجرة حوالى ٨-١٠ سنوات، يراعى ألا تستمر عملية البذل أكثر من خمس مرات فى العام، نظرا لأن البذل المستمر يقلل من محتوى الحليب النباتى من المطاط، فضلا عن صغر حجم دقائق المطاط عن معدلها الطبيعى. تنتج الشجرة حوالى عشرين كيلوجرام من الحليب النباتى فى المرة الواحدة.

الأهمية الإقتصادية للمطاط:

١- يستخدم المطاط فى صناعة خراطيم المياه، وأنابيب المطاط، والأحذية، والملابس المجهزة من المطاط، فضلا عن بعض لعب الأطفال، والأسلاك الكهربائية.

٢- يستخدم حوالى ٧٥% من المطاط الخام فى صناعة إطارات السيارات والجرارات والآلات الأخرى المتحركة.

الفلين Cork

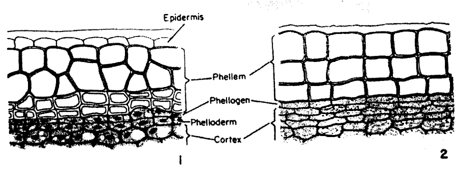
يحصل على الفلين التجارى من شجرة بلوط الفلين *Quercus suber* L. التابعة للعائلة البلوطية *Fagaceae*. توجد غابات بلوط الفلين منتشرة فى أنحاء شتى من العالم مثل البرتغال وأسبانيا والجزائر وتونس والمغرب بالإضافة إلى جنوب غرب فرنسا. تبلغ مساحة غابات الفلين فى العالم حوالى ٢ مليون هكتار، يوجد منها بالجزائر حوالى نصف مليون هكتار. شجرة بلوط الفلين ضخمة، يتراوح إرتفاعها بين ٣٠- ٦٠ قدم، ويصل قطر ساقها إلى حوالى ٤ قدم، معمرة، قد يصل عمرها إلى حوالى ٥٠٠ عام، مستديمة الخضرة.

يستخرج الفلين من ساق الشجرة وكذلك أفرعها الكبيرة، عندما يصبح عمر الشجرة حوالى ٢٠ عاما، وقطر الساق حوالى ٤٠سم، تستمر بعدها عملية الحصول على الفلين بمعدل مرة واحدة كل عشر سنوات. يكون المحصول الأول عديم القيمة، بينما يكون الثانى غير جيد فى حين يعتبر المحصول الثالث وما يليه من أجود أنواع الفلين. تعزى هذه الظاهرة إلى حقيقة أن منشئ الفلين (الكامبيوم

الفلينى Phellogen) يتكشف فى الأعمار الأولى فى طبقة البشرة، ثـم يتـوالى تكشفه بعد ذلك فى الطبقات الأعمق من القشرة حتى يتكشف أخيرا فـى اللحـاء الثانوى، وبالتالى فإن ما يتكون مبكرا من الفلين يكون رقيقا ومتقطعا فى صورة حراشيف، فى حين أن ما يتكون منه فى الأعمار المتقدمة يكـون وافـرا، و ذا صفات جودة عالية نظرا لتكشفه عميقا فى نسيج اللحاء.

يعتبر نسيج الفلين، أحد المكونات النسيجية لنسيج البريـدرم Periderm (شكل ٣٤) وهو النسيج الواقى للطبقات السطحية من الساق عندما تتسلخ، نتيجة لحدوث النمو الثانوى.

للحصول على الفلين، يلزم إزالة الطبقات الخارجية من القلف، وهى التى تحتوى على الفلين كأحد مكوناتها، الأمر الذى يؤدى إلى تنشيط تكوين كـامبيوم فلينى جديد، كنسيج منشئ للفلين، وذلك فى الطبقات الأعمق من الساق، وصولا إلى اللحاء الثانوى.



شكل (٣٤) نسيج البريديرم

كيفية الحصول على الفلين:

يقشر الفلين من جذع الشجرة وأفرعها السميكة، وذلك بعمل قطع رأسى وآخر أفقى مع مراعاة ألا يخدش القلف الداخلى. تجرى هذه العملية فى منتصف فصل الصيف تقريبا، وتقشر قطع القلف بعد ذلك وتجفف. تغلـى قطـع الفلـين المستخلصة فى أوانى من النحاس إزالة حامض التنيك Tannic acid، بهـدف

زيادة مرونتها، وكذلك تسهيل إزالة طبقتها الخارجية. تهذب حواف قطع الفلــين غير المستقيمة وتصنف فى حزم تمهيدا لتسويقها. يستمر الحصول على الفلــين حتى يصبح عمر الشجرة ١٥٠ عاما أو أكثر.

خواص الفلين:

الفلين، نسيج مرن، خفيف، قابل للإنضغاط، موصل ردئ للحرارة، غير منفذ للسوائل، مقاوم للأحماض، خلاياه ميتة، محكمة الترابط، خالية من المسافات البينية، ممتلئة بالهواء. أحيانا، تمتلئ فجوات خلايا الفلين بمواد راتنجية ودبــاغ، وقد تحتوى أيضا على مواد شمعية أخرى ولجنين. تظهر الجدر الخلوية بنية أو صفراء اللون. الجدار الإبتدائى لخلايا الفلين يتركب من سليلوز، وأحيانا يحتوى على سوبرين أو لجنين. داخليا، يكسى الجدار الإبتــدائى بطبقــة ســميكة مــن السوبرين، تتركب من أغشية متبادلة من السوبرين والشموع. البقــع الــصغيرة داكنة اللون التى تشاهد على الأسطح المماسية لقطع الفلين وغيرها على الأسطح القطرية وفى القطاعات العرضية عبارة عن عديسات Lenticels.

مكونات خلايا الفلين فى نبات بلوط الفلين:

١- سليلوز، دهون، شموع (٣٠-٤٠%).

٢- سوبرين (٣١-٣٢%).

٣- لجنين (٢٨-٣٢%).

٤- دباغ ٢%.

الأهمية الاقتصادية للفلين:

يستخدم الفلين كمادة عازلة للرطوبة والحــرارة فــى غــرف التبريــد والمبردات، وكذلك فى صناعة الزوارق والعوامات. يستفاد من الفلين أيضا فــى صنعة سدادات الفلين للأوانى الزجاجية. يصنع من مخلــوط الفلــين المطحــون وزيت الكتان نوع خاص من البلاط يسمى لينوتيل.

الراتنجات Resins

هى مواد غير متبلورة، عبارة عن مخاليط معقدة التركيب، تتألف من خليط مـــن مواد ثنائية التربين، وتربينات طيارة، واحمـــاض وإســـترات، وجليكوســـيدات، وصموغ، فضلا عن مركبات عطرية. يتكون عنها صابون راتنجى حينما تغلى مع القلويات. لا تذوب فى الماء، وهى أثقل منه، إذ تتراوح كثافتها النوعية بـــين ٠,٩ – ١,٣٥. تذوب قليلا أو بدرجات متفاوتة فى الكحول والمذيبات العـــضوية الأخرى. تصبح لينة عند تسخينها على درجة حرارة منخفضة، ثم تتصهر مكونة سائلا لزجا دون أن تتحلل. إذا سخنت تحت ظروف لاهوائية فإنها تتحلـــل إلـــى مواد أخرى أساسها الهيدروكربونات، أما إذا سخنت تحت ظروف هوائية، فإنها تحترق مكونة لهبا مدخنا، نتيجة محتواها العالى من الكربون. تحتوى على القليل من الأكسجين، ولا يدخل فى تركيبها النيتروجين. تجف كثير من الراتنجات فى الهواء نتيجة تطاير المركبات الطيارة، فضلا عن أكسدتها وبلمرتها.

الراتنجات، برتقالية اللون، أو حمراء أو بنية أو سوداء، وقد تكون غير ملونة. يصبح كثير منها ذا لون داكن، كما تقل درجة ذوبانها، وذلك فـــى حالـــة تخزينها لفترات طويلة، نتيجة للتأكسد البطئ.

تكوين الراتنجات:

نستخلص معظم الراتنجات من أشجار أو شجيرات برية، أو من نباتـــات منزرعة مثل *Toxicodendron verniciflua, Pistacia terebinthus*، فـــضلا عن أشجار غابات مثل الصنوبر *Shorea , Pinus pinaster, Styrax benzoin,* *robusta*، إلى جانب بعض الأنواع النباتية الأخرى التـــى يعتبـــر إســـتخلاص الراتنجات منها منتجا ثانويا. تتميز بعض الأنواع النباتية بغزارة إنتاجهـــا مـــن الراتنجات، لدرجة أن عملية الاستخلاص تتم دون الحاجة إلى إجراءات خاصة، مثل راتنج الكوبال.

تتكون الراتنجات طبيعيا، فى خلايا مفرزة لها، حيــث يكــون الــراتنج المفرز فى صورة سائلة نظرا لامتزاجه ببعض المواد المفرزة معه مثل الزيوت العطرية والاسترات. قد تكون الخلايا المفرزة خارجية، مثل الشعيرات الغديــة لأوراق نبات القنب الهندى *Cannabis sativa*، إذ يكون للشعيرة فى هذه الحالة عنق أسطوانى عديد الخلايا، تعلوه رأس غدية عديدة الخلايا أيضا، تفرز راتنجا زيتيا يتجمع تحت طبقة الأدمة التى تكسو الرأس الغدية. وقد يفرز الراتنج فــى خلايا مفردة *Idioblasts* كما فى ريزومات الزنجبيل *Zingiber officinale*، حيث توجد هذه الخلايا موزعة فى النسيج الأساسى للريزوم.

وبصفة عامة، تنتج معظم الراتنجات داخليا من خلال إفرازية تمثل جزءا من نسيج داخلى، حيث تتجمع الراتنجات المفرزة فى تجاويف، فإذا كانت هــذه التجاويف متساوية الأقطار، ومحاطة بطبقة خلوية مفرزة للراتنج، فإنها تــسمى بالغدد الراتنجية resin glands، كما فى حالة القرنفــل العطــرى *Syzygium aromaticum*. إما إذا كانت التجاويف فى صورة قنوات محاطة بطبقــة مــن خلايا إفرازية، فإنها تسمى عندئذ بالقنوات الراتنجية resin ducts كما فى خشب وأوراق نبات الصنوبر الإسكتلندى *Pinus sylvestris*. تتكون القنوات الراتنجية فى عدد غير قليل من أنواع النباتات عاريات البذور. تنشأ هذه القنوات إنفصاليا Schizogenously بين خلايا بارنكيمية مفرزة للراتنج، والتى تتطور إلى خلايا طلائية epithelial cells تحيط بالقناة. أحيانا، قد تصبح القناة مغلقة نتيجة زيادة نمو الخلايا الطلائية، وتسمى مثل هذه القنوات tylosoids. يتنوع سمك تلجــنن جدر الخلايا الطلائية فى المخروطيات. مثلا، فى الصنوبر *Pinus*، تكون الخلايا الطلائية رقيقة الجدر، بينما تكون فى الشوح *Abies* سميكة وملجننة.

تتكشف القنوات الراتنجية فى الخشب الثانوى، وكذلك قشرة قلف سيقان المخروطيات نتيجة حدوث أضرار فى النبات مثل الجروح، والضغط، والصقيع. فى الصنوبر *Pinus*، والتنوب *Picea*، واللاركــس *Larix* تعتبــر القنــوات

الراتنجية أحد صفات الخشب التشخيصية، فى حين لا توجد هذه القنـوات فـى نباتات مخروطية أخرى مثل السرو *Cupressus*.

وبالإضافة إلى الغدد والقنوات، فإن الراتنجات قد توجد أحيانا فى جميع خلايا النسيج مثل خشب عود الأنبياء *Guaiacum officinale*، حيث تـصبح خلايا وأوعية الخشب الصميمى ممتلئة بالراتنج.

تؤدى إصابة القلف وبالتالى نسيج الخشب إلى تنشيط تدفق الراتنج مـن هذه الأنسجة. تفصل المركبات العطرية الطيارة لكثير من الراتنجـات بواسـطة التقطير، ويستفاد منها كمذيب مثل زيت التربنتينا، فضلا عـن إسـتعمالها فـى صناعة العطور. بقايا تقطير الراتنج تكون صلبة وتسمى rosins، ويستفاد منها فى الأغراض الصناعية تحت مسمى القلفونية. تعتبر الراتنجات النباتية لا غنـى عنها فى مجال صناعة المستحضرات الطبية، وصناعة العطور.

من المميزات التى تجعل للراتنجات أهمية فى مجال الصناعة، أنها تذوب فى بعض المذيبات العضوية، ثم تجف مكونة طبقة صلبة غير منفذة للماء فـى صورة طبقة رقيقة من الورنيش أو الطلاء، لذا تستخدم فى صناعة مواد الطلاء والورنيشات.

تقسيم الراتنجات:

تقسم الراتنجات إلى صلبة، وزيتية، وصمغية، وذلك تبعا لطبيعة مكونات مخاليطها.

أولا: الراتنجات الجامدة hard resins

تكون هذه الراتنجات، عادة، صلبة، هشة، شفافة نوعا، تحتـوى علـى مقدار ضئيل من المركبات العطرية. تعتبر هذه الراتنجات أفضل مصدر لصناعة الورنيشات نظرا لسهولة ذوبانها فى الكحول، ومحتواها الضئيل مـن الزيـوت العطرية. من أنواعها الهامة: المستكى، والجملاكة، والكوبال.

١- المستكى أو المصطكى Mastich

هى راتنج جامد، يفرز طبيعيا من قلف شــجيرة المــستكى *Pistacia lentiscus* L. التابعة للعائلة الإنكاردية *Anacardiaceae*، وهى شجيرة دائمة الخضرة، يرجع موطنها الأصلى إلى حوض البحر المتوسط، والبرتغال. يفــرز منها الراتنج فى قنوات راتنجية توجد باللحاء. يسيل الراتنج من القلــف عنــدما تثقب الشجرة، وذلك فى صورة قطرات تتجمد بضعة أيام، حيث يجمع بعدها من على قلف الشجرة. يعتبر الراتنج الذى يجمع بعد سقوطه على الأرض أقل جودة.

توجد المستكى فى صورة صغيرة كمثرية الــشكل أو كرويــة تقريبــا، يتراوح قطرها بين ٤-٨مم. أحيانا، تكون القطع مستطيلة ذات أبعاد ٢×١ســم. المستكى الناضجة تكون عديمة اللون تقريبا، لامعة، يتحول لونها نتيجة للتخزين إلى الأصفر الفاتح، كما أنها تتحول بعد المضغ لتصبح فــى صــورة الــلادن. تتركب من أحماض راتنجية توجد مرتبطة مع حوالى ٢% زيوت عطرية.

تعتبر المستكى أغلى الراتنجات، وتستخدم فــى صــناعة الورنيــشات اللازمة لطلاء المعادن، وصناعة مواد تثبيت الأسنان، وتغليف حبوب الــدواء. يستفاد من المستكى أيضا فى صناعة المثلوجات، وتحسين نكهة بعض الأغذية. فضلا عما تقدم، يستفاد من أوراق هذا النوع وكذلك الأنواع الأخرى من جــنس *Pistacia* كمصدر لاستخلاص الدباغ وبعض الصبغات.

٢- الجملاكة Shellac

هى راتنج جامد، لا يعتبر نباتيا، وإنما هو مادة راتنجية تفرزها حــشرة صمغ اللاك *Laccifer lacca*، حيث تحصل على غذائها من عصير أغــصان بعض الأشجار مثل الكاد الهنــدى *Acacia catechu* مــن العائلــة الطلحيــة *Mimosaceae*، والعنــاب *Ziziphus jujuba* مــن العائلــة العنابيــة *Rhamnanceae*. تفرز إناث الحشرة المادة الراتنجية من غدد توجد على جميع أجزاء جسمها. توجد إناث الحشرة بأعداد كبيرة، وتثبت نفــسها فــى أغــصان

الشجرة، إذ أنها عديمة الأجنحة. بعد التلقيح، تزداد أنثى الحشرة في الحجم، وتفرز المادة الراتنجية التى تتجمع حول أجسام الحشرات، وتلتصق معا مكونة كتلة تحيط بالغصن ذات سمك قدرة حوالى ٧مم، تحتوى بداخلها على الحشرات. تخرج اليرقات لتجف من جسم الحشرة الميتة وتتحرك على الأغصان. تؤخذ الأغصان بما عليها من كتل الراتنج، ثم تترك لتجف فى الشمس، حيث تنكمش الأغصان ويسهل نزعها. تكسر الكتل الراتنجية من على الأغصان ثم تنقع في الماء لمدة ٢٤ ساعة، بهدف استخراج المادة الملونة. يؤخذ الماء الملون حيث يبخر، ثم تجهز المادة المتبقية فى صورة قطع يسمى صبغة اللاك Lac-dye.

يعامل الراتنج المتبقى ثانية بالماء ثم ينشر ويترك ليجف. يجمع الراتنج فى أكياس طويلة ضيقة من قماش خاص، وتسخن ثم تعصر لإستخراج الراتنج المنصهر من خلال القماش. يوضع الراتنج على أرضيات بلاط ثم يضغط حتى يصبح فى صورة صفائح رقيقة سمك كل منها حوالى ٣ مم. تكسر هذه الصفائح فى صورة قشور رقيقة هشة ذات لون برتقالى أو بنى محمر، تعرف تجاريا بالجملاكة.

الجملاكة عديمة الطعم والرائحة، تحتوى على حوالى ٧٠-٨٥% راتنج، وحوالى ٦% شمع، وحوالى ٦% مادة ملونة، فضلا عن مكونات أخرى.

تعتبر الجملاكة أفضل المواد لصناعة أسطوانات التسجيل، وهى مادة عازلة، كثيرا ما تستخدم فى صناعة الأدوات الكهربائية. يستفاد من الجملاكة أيضا فى عمل الورنيشات الكحولية المستخدمة فى طلاء الأثاث، وحبر الرسم، كما تستخدم كمادة رئيسية فى عمل مواد لاصقة لتحليق أغطية التحضيرات الميكروسكوبية.

٣- الكوبال Copal

هو راتنج جامد، خالى من الزيت، ينتج عنه ورنيشات طلاء الأشغال المعرضة للجو كالبواخر. يوجد منه عدة أنواع، أهمها كوبال كورى الذى يحصل عليه من شجرة صنوبر كورى *Agathis australis Hort.* من العائلة الأروكارية *Araucariaceae* من عاريات البذور.

ثانيا: الراتنجات الزيتية oleo resins

تتميز الراتنجات الزيتية بإحتوائها على مقدار وافر من المركبات العطرية، ولهذا، تكون سائلة نوعا، وذات رائحة عطرية. تفرز هذه الراتنجات فى قنوات راتنجية، وتكون إما طبيعية مثل بلسم كندا، أو تنشأ نتيجة حالة مرضية مثل بلسم بيرو. وبصفة عامة، فإن الراتنجات التى تحتوى على حامض البنزويك أو حامض السناميك أو كليهما أو استرات هذه الأحماض، تسمى البلاسم. تتكون البلاسم عادة كناتج مرضى يحدث بسبب جروح فى الشجرة، وينتج عن تقطيرها عادة زيوت عطرية. من أمثلة البلاسم بلسم كندا، وبلسم بيرو، وبلسم تولو، ويستفاد منها فى نواحى طبية، وكمثبتات فى صناعة العطور.

١- بلسم كندا Canada balsam

هى راتنج زيتى، يحصل عليه من شجرة الشوح البلسم *Abies balsamea* (L.) Mill. من العائلة الصنوبرية *Pinaceae*. وهى شجرة دائمة الخضرة، يرجع موطنها الأصلى إلى كندا وولايات فرجينيا وأيوا فى أمريكا الشمالية. يتجمع الراتنج فى فجوات منتفخة، مستطيلة الشكل، تظهر على قلف الشجرة. عندما تثقب هذه الإنتفاخات، يسيل منها الراتنج والذى يمكن استقباله فى أوانى خاصة. يعرف هذا الراتنج أيضا بإسم تربنتين كندا، وتنتج الشجرة الواحدة حوالى ٣٥٠ جرام راتنج صيفا.

بلسم كندا، سائل رائق لزج فى قوام عسل النحل، ذو لون أصفر فاتح. إذا حفظ بعض الوقت، يتحول تدريجيا إلى كتلة صلبة شفافة تميل قليلا إلى مظهر البلور. يتميز هذا البلسم برائحة بلسمية، وطعم مر نوعا، ويحتوى على حوالى ١٦-٢٤% زيت طيار، ٧٠-٨٠% راتنج. يذوب البلسم فى الزيلول والكلوروفورم والإثير.

يستفاد من بلسم كندا فى تثبيت وحفظ التحضيرات الميكروسكوبية، ولصق العدسات، فضلا عن إستخدامها فى بعض النواحى الطبية كمنبه، ومثبت للعطور.

٢- القلفونية colophony أو Rosin

القلفونية عبارة عن قطع غير منتظمة الشكل، مختلفة الحجم، شفافة لونها أصفر باهت أو أصفر يميل إلى اللون البنى، وهى هشة، مرة نوعا، ذات رائحة تربنتينية خفيفة، تذوب فى الكحول والإثير والكلوروفورم وحامض الخليـك، ولا تذوب فى الماء. يصبح محلولها الكحولى أبيض اللون بإضافة المـاء. تنـصهر القلفونية على درجة حرارة ١٠٠م مكونة كتلة لزجة، ولكنها تحترق مكون لهبـا مدخنا عند تسخينها على درجات حرارة أعلى.

تمثل القلفونية بقايا تقطير الراتنج الزيتى الخام الذى يحصل عليـه مـن أشجار الصنوبر، لاسيما النوع طويل الأوراق والذى يسمى الصنوبر الاسترالى *Pinus pinaster Ait.* من العائلـة الـصنوبرية *Pinaceae*. وهـى شـجرة مستديمة الخضرة، يرجع موطنها الأصلى إلى جنوب أوروبا وغـرب حـوض البحر المتوسط. توجد منزرعة جنوب بوردو بفرنسا فى صورة غابات بغـرض إستخلاص الراتنج، فضلا عن إستخلاص زيت التربنتينا. يستخلص الراتنج أيضا من أنواع أخرى تابعة لجنس الصنوبر *Pinus*.

تحتوى القلفونية على حوالى ٠,٥% زيت عطرى، وآثار من مادة مرة، وتتميز بمحتواها العالى من الأحماض العضوية. تستخدم فى صناعة الـصابون، والورنيشات، ومواد الطلاء والورق، وحبر الطباعة، كما تمثل عنصرا هاما فى صناعة المراهم والأربطة اللاصقة، كما يستفاد بها فى تحضير أكـسيد الزنـك بالصيدليات. تستخدم القلفونية أيضا فى صـناعة مـشمع الأرضـية، وشـموع التطعيم، والختم الأحمر.

ثالثا: الراتنجات الصمغية gum resins

تتركب الراتنجات الصمغية بصفة رئيسية من راتنج وصمغ، فضلا عن كميات متفاوتة من زيوت عطرية، ومواد ملونة، وإنزيمات وغيرها. تفرز هـذه الراتنجات فى قنوات، أو خلايا إفرازية، وتتجمع على قلف الشجرة فى صـورة

كتل صغيرة، غير منتظمة الشكل. يحصل على الصموغ عن طريق إجراء عملية بذل لساق الشجرة. من هذه الراتنجات اللبان الدكر، والمر.

١ – اللبان الدكر Frankincense

هو راتنج صمغي، يحصل عليه أساسا من شجرة اللبان الدكر *Boswellia sacra* flueckiger من العائلة *Burseraceae*. وهى شجرة صغيرة أو شجيرة دائمة الخضرة، يرجع موطنها الأصلى إلى الصومال وإيران والعراق، حيث توجد نامية فى الصومال قرب الشاطئ؛ فضلا عن جنوب الجزيرة العربية. يفرز الراتنج فى قنوات راتنجية توجد فى قلف الشجرة، ويحصل عليه حينما يخدش القلف، حيث يسيل الراتنج إلى الخارج، وعندما يجف ويتماسك، فإنه يجمع.

يوجد اللبان الدكر فى صورة كتل صغيرة هشة، كمثرية الشكل، أو بيضاوية، يتراوح طولها بين ٠,٥-٣سم، نصف شفافة، صفراء اللون باهتة، يغطيها مسحوق أبيض، ويبدو مقطعها لامعا من الداخل. كثيرا ما تتجمع قطع اللبان الدكر معا فى كتل صغيرة. إذا سحق اللبان الدكر فى الماء يتكون عنه مستحلب أبيض، كما يصبح فى صورة عجينة نتيجة للمضغ. يتميز برائحة بلسمية، وطعم مر نوعا.

يتركب اللبان الدكر من ٦٠-٧٠% راتنج، ٢٧-٣٥% صمغ، ٧% زيت طيار، ويتميز بلونه الأصفر، ورائحته العطرية.

يستفاد من اللبان الدكر فى صناعة البخور، والعطور، ومستحضرات التجميل، فضلا عن إستخدامه فى صناعة بعض أنواع المياه الغازية، ومواد التطهير من خلال عملية التدخين.

٢ – المر myrrh

هو راتنج صمغي، يحصل عليه من ساق شجيرة المر *Commiphorea abyssinica* Engl.، من العائلة *Burseraceae* وهى شجيرة يرجع موطنها

الأصلى إلى شمال شرق أفريقيا، وجنوب الجزيرة العربية، حيث توجد نامية فى الصومال واليمن. يفرز الراتنج فى غدد راتنجية تتكشف فى قلف الشجرة. حينما يجرح القلف، يسيل الراتنج ويتحول فى الهواء من سائل أبيض مصفر إلى كتلة جامدة ذات لون بنى محمر. يوضع الأمر فى أكياس ويجهز للتسويق. يوجد من المر أصناف مختلفة مثل المر العربى والمر اليمنى.

يوجد المر على هيئة قطع مستديرة، قطرها حوالى ٢,٥سـم، وأحيانـا تتجمع فى صورة كتل قد يصل قطر الواحدة منها حوالى ١٠سم. القطع ذات لون بنى محمر، وسطح خشن، وهى هشة، سهلة التكسر، وكثيرا ما يشاهد عليها بقع بيضاء.

يتركب المر مـن خلـيط مـن راتـنج (٢٥-٣٠%)، زيـت طيـار (٢,٥-٦,٥%)، وصمغ (٥٧-٦١%)، فضلا عن رطوبة ومواد أخرى.

يستفاد من المر كمادة قابضة فى صناعة المستحضرات الطبيـة نظـرا لصفاته المنبهة والمطهرة، كما يستخدم كمطهر للفم. كما يستفاد به فى صـناعة العطور والبخور، فضلا عن صناعة بعض أنواع المياه الغازية والحلوى.

٣- راتنج gamboge

هو راتنج صمغى، يستخلص من قلـف شـجرة *Garcinia morella* Desr.، من العائلة العرنية *Guttiferae* وهى شجرة دائمة الخـضرة، يرجـع موطنها الأصلى إلى بنجلاديش وتايلاند والهند وسريلانكا. يوجد أيضا نوع آخر من نفس الجنس هو *Garcinia hanburyi* Hook. يستغل فى الصين لـنفس الغرض. يعتبر هذا الراتنج الوحيد من بين الراتنجات الصمغية الذى يخلو مـن الزيوت الطيارة. يستفاد منه فى صناعة مواد الطلاء وتلوين بعض الأغذية، كما يكثر إستخدامه فى مجال الطب البيطرى.

الشموع النباتية Plant waxes

الشموع النباتية عبارة عن مركبات عضوية، تشبه الدهون فى صـــفاتها الطبيعية، إلا أنها أكثر صلابة، ذات درجة إنصهار عالية تتـــراوح بـــين ٥٠-٩٠°م. من الناحية الكيميائية، الشموع إسترات أحماض دهنية طويلـــة السلـــسلة (C_{18}-C_{32}) مع كحولات ذات سلسلة طويلة أيضا (C_{22}-C_{34}). إلى جانب ذلـــك، توجد كحولات ذات ثنائية الهيدروكسيل، وأحماض دهنيـــة مؤكـــسدة، وبـــرافين (C_{27}-C_{31})، فضلا عن راتنجات يتكرر وجودها، حيث تمثـــل مركبـــات غيـــر مرغوب فيها، إذ تقلل من نقاء الشمع.

توجد الشموع فى صورة ســـائلة كمـــا فـــى بـــذور نبـــات جوجوبـــا *Simmondsia chinensis* من العائلة *Buxaceae*، كما أن الكحولات طويلـــة السلسلة التى توجد ضمن مكونات الحليب النباتى لأنواع جنس *Ficus* من العائلة التوتية *Moraceae* تمثل أحد صور الشموع النباتية. يستفيد النبات من الشموع فى تقليل النتح وزيادة تماسك الأعضاء الهوائية الرهيفة. يحصل علـــى معظـــم الشموع النباتية ذات الأهمية الإقتصادية من على أسطح أوراق أو سيقان أو ثمار بعض النباتات، حيث تترسب هذه الشموع فى صـــورة حبيبـــات أو طبقـــات أو قضبان ذات نهايات خطافية، بعد أن ينفذ الشمع إلى سطح العضو النبـــاتى مـــن خلال البشرة.

يعتبر شمع كرنوبا أكثر الشموع النباتية إنتاجا، يليه شمع كانديليلا، وشمع أوركيورى، ثم الشمع اليابانى. يحصل على الشمع كأحد المنتجات الثانوية لعملية إعداد قصب السكر وتجهيزه لإنتاج السكر، وكذلك مـــن ســـيقان نبـــات الأرز، وسيقان الذرة الرفيعة السكرية، فضلا عن حبوب الذرة الرفيعة، كما يحصل على الشمع كأحد المنتجات الثانوية لعملية إستخلاص ألياف نخيل الرافيا. حديثا، أمكن استخلاص الشمع من قشرة ســـيقان نبـــات دوجـــلاس فيـــر *Pseudotsuga menziesii* من العائلة الصنوبرية *Pinaceae*.

من ناحية أخرى، تمثل شموع بعض النباتات أهمية محليــة فقــط مثــل شــموع نباتـــات *Bulnesia retama, Scheelea martiana* مـــن العائلـــة الرطريطية *Zygophyllaceae*، غير أنها، أحيانا، تطرح للتصدير.

يستفاد من الشموع النباتية، بصفة أساسية، فى تغليف ثمار الموالح والتفاح، وفى صناعة مستحضرات التجميل خاصة أقـــلام الـــشفاه، وكـــذلك صـــناعة أوراق الكربون، وبعض الراتنجات (اللبان)، وفى صناعة المستحضرات الطبية. يستفاد من أنواع الشموع رديئة النوعية كمواد طلاء للأحذية والأرضيات والـــسيارات والأثاث، كما تستعمل فى صناعات النسيج والجلود والورق وشموع الإضاءة.

وفيما يلى أمثلة لبعض أنواع الشموع النباتية:

١- شمع كرنوبا Carnauba Wax

يعتبر أكثر الشموع النباتية قيمة من الناحية الإقتصادية، يوجد هذا الشمع مترسبا فى صورة طبقات على أسطح الأوراق الحديثة لنبـــات نخيـــل الـــشمع البرازيلـــى *Copernicia prunifera (Mill.) H. E. Moore* مـــن العائلـــة النخيلية Arecaceae، موطنه الأصلى البرازيل، حيـــث يوجـــد منتـــشرا فـــى مساحات شاسعة فى شمال شرق البرازيل. يبلغ الإنتاج السنوى من شمع كرنوبا ١٢٠٠٠ طن. قد يصل سمك طبقة الشمع على سطح الورقة حوالى ٥ مم أحيانا.

للحصول على شمع كرنوبا، تجمع الأوراق الصغيرة وتجفف ثم تـــوزع على قطع من القماش، يفصل الشمع عن الأوراق المجففة بواسطة فرش خاصة أو بالطرق الخفيف، ثم يصهر الشمع فى الماء المغلى، الأمر الذى يـــؤدى إلـــى طفوه فى صورة طبقة تتم إزالتها بعد التبريد. يجهز الشمع فى صورة أقـــراص ويعد للتسويق.

يتميز شمع كرنوبا بدرجة إنصهار عالية تتـــراوح بـــين ٨٣ – ٨٦°م، وبالتالى فإنه يصلح لإنتاج أوراق الكربون. يستفاد منه أيضا فى صناعة شـــموع الإضاءة وطلاء الأحذية.

٢- شمع ميرتل Myrtle or bayberry wax

يحصل على هذا الشمع من ثمار شجرة تنمو بريا فى كولومبيـــا، هـــى شجرة الشمع *Myrica pensylvanica* Loisel.، من العائلة *Myricaceae* موطنها الأصلى أمريكا الوسطى وشمال أمريكا الجنوبية. يصدر هـــذا الـــشمع بإنتظام من كولومبيا إلى الولايات المتحدة الأمريكية. توجد أنواع أخرى عديـــدة من جنس *Myrica* تمثل مصادر لشمع ميرتل. يستخلص الـــشمع مـــن ثمـــار الشجرة، حيث يترسب فى صورة طبقات تفرزها شعيرات غدية توجد على سطح الثمرة. يستفاد من هذا الشمع فى صناعة شموع الإضاءة وأسـطوانات الحـــاكى وطلاء الأحذية.

٣- الشمع اليابانى Japan wax

يحصل على هذا الشمع من الطبقة الوسطى Mesocarp للغلاف الثمرى لثمار شجرة السماق *Toxicodendron succedaneum* (L.) kuntze مـــن العائلة الإنكادرية *Anacardiaceae*. موطنها الأصلى اليابان والصين والهنـــد. يعتبر هذا الشمع واحدا من أغلى الشموع النباتية، إذ يبلغ سعره ضعف نظيره من شمع نحل العسل. تصل نسبة الشمع فى الطبقة الوسطى للغلاف الثمرى ٦٥%، كما تحتوى البذور على زيت ثابت.

يستفاد من هذا الشمع فى صناعة شموع الإضـــاءة، وطـــلاء الأحذيـــة، وتلميع الأثاث، وكبريت الإشتعال، فضلا عن صناعة مستحـــضرات التجميـــل والصناعات الجلدية.

٤- شمع جوجوبا Jojoba wax

يحصل على هذا الشمع مـــن بـــذور نبـــات جوجوبـــا *Simmondsia chinensis* (Link) Schneid من العائلة *Buxaceae*. موطنه الأصلى جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، ويتميز بمقاومته العالية للجفاف، وينتشر فـــى صورة مساحات كبيرة خاصة على سواحل خليج كاليفورنيا. يستفاد مـــن هـــذا

النبات كأحد نباتات الأعلاف. تحتوى البذور على حوالى ٥٠% شمع سائل، يستفاد منه كمادة طلاء للأحذية والأثاث، فضلا عن استعماله فى صناعة المستحضرات الطبية خاصة أدوية قرحة المعدة.

٥- شمع السوسب

يحصل هذا الشمع من نبات *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. من العائلة السوسبية *Euphorbiaceae*، موطنه الأصلى المكسيك، حيث ينمو بريا. يوجد الشمع فى صورة ترسبات تغطى أفرع النبات الغضة وأوراقه، يحصل عليه عن طريق صهره فى الماء المغلى ثم تبريده حيث يطفو على سطح الماء فى صورة طبقة يمكن جمعها بسهولة. يبلغ إنتاجه السنوى حوالى ٣٠٠٠ طن، ويستعمل كمادة طلاء للأثاث والأحذية، فضلا عن تغليف ثمار الفاكهة، وصناعة اللبان.

الصبغات النباتية Dyes

إستخدم الإنسان منذ بداياته الأولى الصبغات النباتية لصبغ الأقمشة، وزخرفة المساكن، فضلا عن الاستفادة بها فى بعض الأطعمة والمشروبات. كما تلعب الصبغات النباتية دورا هاما فى مجال الصناعات الغذائية وصناعة العطور. مع بداية النصف الثانى من القرن التاسع عشر، أمكن تحضير وإعداد الكثير من الصبغات الصناعية، الأمر الذى أدى إلى خفض قيمة نظيرتها الطبيعية، بل وإزاحتها تقريبا من الأسواق العالمية، إلا أنه بعد أن تم التعرف على تأثير كثير من الصبغات الصناعية فى الإصابة بالسرطان، عاد الإهتمام ثانية بالصبغات الطبيعية النباتية، وأصبحت متداولة فى كثير من المنتجات، خاصة منتجات الغذاء، أو تلك التى يعامل بها الجلد، حيث لم يثبت عنها أى آثار ضارة مثل تلك المترتبة على تداول الصبغات الصناعية.

تنتمى الصبغات النباتية المستعملة فى صناعة المواد الغذائية والعطور إلى مجموعات كيميائية مختلفة:

أ- صبغات حمراء عبارة أنثوسيانين Anthocyanin، وبيتاسيانين Betacyanin (بيتانين Betanin) كما أن بعضها عبارة عن كاروتينويدات Carotenoids مثل صبغة البكسين Bixin من بذور شجيرة الأناتو، وصبغة كابسانثين Capsanthin من ثمار الفلفل الأحمر، وليكوبين Lycopin من ثمار الطماطم، وصبغة كارثامين Carthamin من ثمار القرطم.

ب-صبغات صفراء عبارة عن زانثوفيلات Xanthophyll، وزيازانثين Zeaxanthin، وأزافرين Azafrin المستخلصة من أنواع جنس *Excobedia*، وصبغة كوركومين Curcumin من ريزومات نبات الكركم *Curcuma longa*.

ج-صبغات خضراء عبارة عن كلوروفيلات Chlorophylls تستخلص من أوراق نباتات مختلفة. جدير بالذكر، أن صبغات الكلوروفيل والكلوروفيللين التى تحتوى فى تركيبها على النحاس، تكون أكثر ثباتا من صبغات الكلوروفيل، فضلا عن أفضليتها للإستخدام فى مواد الغذاء.

د- صبغة زرقاء تستخلص فى آسيا من أزهار نبات هريجة *Clitoria ternatea* التابع للعائلة الفراشية، وتستخدم فى صبغ الأرز، كما توجد صبغات أنثوسيانين أخرى تتميز بلون أزرق فى الوسط القلوى. توجد الصبغات فى خلايا النبات، إما فى البلاستيدات، أو فى الفجوات العصارية. صبغات البلاستيدات (الكلوروفيلات والكاروتينويدات) تذوب فى الدهون، ولذلك يستفاد منها على وجه الخصوص فى المواد الغذائية الدهنية ومستحضرات العطور، غير أنه يمكن الإستفادة منها أيضا فى المواد الغذائية الفقيرة أو الخالية تماما من الدهون وذلك بإستعمال بعض المعلقات والمستحلبات مثل الصموغ أو مشتقات النشا.

أما صبغات الفجوات العصارية (أنثوسيانين وبيتاسيانين) فإنها تــذوب فـــى الماء، ولذلك تعتبر هامة فى صناعة المشروبات والحلويات.

توجد أيضا بعض النباتات التى تعتبر مصدرا لصبغات نباتية أخرى مثــل نبات النيلة (صبغة الإنديجو)، والذرة الرفيعة، والبنجــر الأحمــر، والطمــاطم، والزعفران، والفلفل الحلو. كما توجد بعض نباتات الزيوت التى يعتد بها فى هذا الشأن مثل القرطم، فضلا عن بعض نباتات الأعلاف مثل نبات هريجة. تجــدر الإشارة أيضا إلى أن عصير كثير من الثمار يستخدم كمصدر لصبغ المشروبات ومواد الغذاء الأخرى مثل ثمار الكريز والتوت الأسود.

يحصل على الصبغات النباتية من أعضاء نباتية مختلفــة مثــل الأزهــار والأوراق والسيقان. ومن أمثلة هذه الصبغات ما يلى:

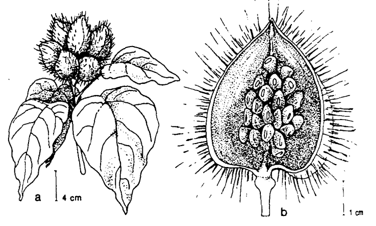
١- الآناتو Annatto

نبات الآناتو .*Bixa orellana* L شجيرة صغيرة، تنتمى إلـــى العائلـــة *Bixaceae*، تزرع للزينة فى جميع أنحاء المناطق الإستوائية، موطنها الأصلى أمريكا الوسطى والجنوبية وشرق إفريقيا والهند. أصبحت صبغة البكسين التـــى تستخلص من بذور شجيرة الآناتو، تمثل فى السنوات الأخيرة مـــادة تـــصديرية هامة لكثير من الدول النامية، مثل الهنـــد، وشـــرق إفريقيـــا، وبيـــرو، وبنمـــا، وإكوادور، وجامايكا، إذ بلغ الإنتاج العالمى من هذه الصبغة حوالى ١٠٠٠ طن.

شجيرة الآناتو ذات أوراق بسيطة، متبادلة، ذات أذنات. توجد الأزهـــار فى نورات دالية، الزهرة سفلية ذات كأس وتـــويج خماســـى الأوراق الزهريـــة المتراكبة. الطلع عديد الأسدية، والمتاع يتركب من خمس كرابل، والبويـــضات عديدة ذات وضع مشيمى جدارى. الثمرة علبة Capsule تتفتح عنـــد نـــضجها مصراعيا إلى حوالى خمسة مصاريع، وتحتوى علـــى حـــوالى ٣٠-٥٠ بـــذرة (شكل ٣٥). البذرة تكون محاطة بنمو حلمى الشكل ذى لون قرمزى تختزن فيه

الصبغة صفراء اللون (البكسين Bixin، نوربكسين Norbixin) وهى عبارة عن كاروتينويدات، وتتراوح نسبتها فى البذرة بين ٣,٤ - ٥,٣%).

صبغة البكسين تذوب فى الدهون، بينما يذوب الملح القلوى لنوربكسين فى الماء، الأمر الذى ينتج عنه العديد من أوجه الإستفادة من هذه الصبغة فى تلوين مواد الغذاء المختلفة (الزبد والجبن) وكذلك العطور ومستحضرات التجميل.



شكل (٣٥): نبات الأناتو. a فرع ثمرى b ثمرة منفتحة بها بذور

٢- الهيماتوكسلين Haematoxylin

يحصل على هذه الصبغة من الخشب الصميمى Sappan Wood لشجرة البقم الأسود *Haematoxylum campechianum* L. من العائلة البقمية (السيسبانية) *Caesalpiniaceae* ، موطنها الأصلى أمريكا الوسطى وجنوب آسيا. تعتبر من أقدم الصبغات النباتية، وتستخلص من الخشب الصميمى للساق عندما يبلغ عمر الشجرة حوالى عشر سنوات. تبلغ نسبة الصبغة فى الخشب حوالى ١٠% وهى صبغة ذات لون أحمر أرجوانى، شحيحة الذوبان فى الماء، إلا أنها تذوب فى المحاليل القلوية. يستفاد من هذه الصبغة فى صبغ التحضيرات الميكروسكوبية من الأنسجة النباتية، كما تصبغ بها أيضا المنسوجات القطنية والصوفية. يستفاد أيضا من هذه الصبغة فى صناعة بعض أنواع الحبر، كما تستخدم أحيانا فى الطب كمادة خفيفة قابضة.

٣- الإنديجو Indigo

يحصل على هذه الصبغة من أوراق نبات النيلة .*Indigofera tinctoria* L من العائلة الفراشية *Fabaceae*. موطنها الأصلى الهند وغرب إفريقيا. تسمى مادة الصبغة Indican، وهى مادة ذائبة فى أوراق النبات، تتأكسد فى وجود المـــاء مكونة صبغة زرقاء. للحصول على الصبغة، تجمع أوراق النبات خـــلال فتـــرة التزهير، وتغمر فى الماء لمدة حوالى ١٢ ساعة مع التقليب المـــستمر، وذلـــك لإتمام عملية الأكسدة. تترسب الصبغة تدريجيا كراسب أزرق يتم تـــشكيله فـــى صورة مكعبات صغيرة.

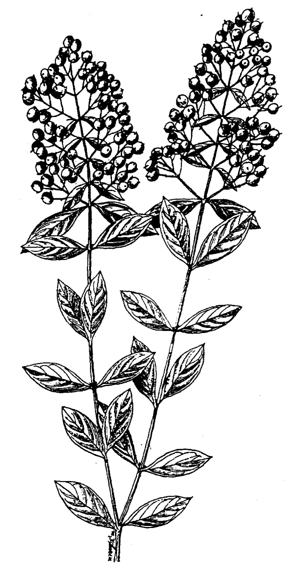
جدير بالذكر أن صبغة الإنديجو لا تمثل إلا دورا محدودا فـــى مجـــال التجارة العالمية. يزرع نبات النيلة فى الهند إلى جانب بعض الأنواع الأخـــرى مثل *Indigofera sumatrana*، كما يزرع النـــوع *Indigofera articulata* فى غرب افريقيا يستفاد من بعض أنواع النيلة كأغطية للتربة وكنباتات علف.

٤- الحناء Henna

نبـــات الحنـــاء .*Lawsonia inermis* L مـــن العائلـــة الحنائيـــة *Lythraceae*، عبارة عن شجيرة (شـــكل ٣٦)، معمـــرة، متـــساقطة الأوراق، موطنها الأصلى الهند ومصر. يحصل من أوراقها وأغصانها الغضة على صبغة برتقالية داكنة اللون. أوراقها خضراء داكنة، بسيطة، ناعمـــة، حافتهـــا كاملـــة، يتراوح طولها بين ٢-٣سم، وعرضها بين ١-٢سم، وهى رمحية الشكل، مستدقة الطرف، ذات عنق قصير. تحتوى أوراق الحناء على مادة Lawsone، وهـــى عبارة عن بلورات برتقالية اللون، كما تحتوى الأوراق المجففة علـــى المانيـــت Mannite، ومواد هلامية ودباغ وراتنجات ودهون. تحتوى النورات أيضا على زيوت عطرية تحتوى بدورها على أيونون Ionone.

للحصول على الصبغة، تجفف الأوراق وتسحق، وعند الصبغ، يحـــول المسحوق إلى عجينة، قد يضاف إليها ماء الورد.

تستخدم الحناء بصفة خاصة فى صبغ الشعر والأيدى، وأحيانا يستفاد بهـا فـى صبغ المنسوجات، إلا أن الصبغة تكون غير ثابتة. يستخلص زيت عطرى مـن بذور الحناء وأزهارها، يستخدم فى صناعة العطور. فضلا عما تقدم، يـستخدم مسحوق الحناء فى التئام الجروح، نظرا لاحتوائه على مواد قابضة، كما يستخدم لعلاج الإلتهابات الجلدية.



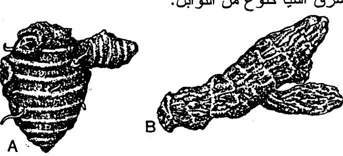
شكل (٣٦): نبات الحناء.

٥- الكركم Turmeric

نبات الكركم *Curcuma Longa* L. ينتمى إلـــى العائلـــة الزنجباريـــة *Zingiberaceae*، يزرع فى دول المناطق الحارة من جنوب شرق آسيا، كالهند والصين واندونيسيا. نبات عشبى معمر، ذو سيقان ريزوميـــة، أوراقـــه طويلـــة الأعناق، ذات أنصال بيضاوية الشكل. ريزومات نبات الكركم تـــشبه البـــصلة (شكل ٣٧)، إذ أنها مدببة نوعا من كل من طرفيها، سطحها الخـــارجى أصـــفر اللون، مخطط طوليا، ذو حلقات دائرية. الريزومات صلبة، صعبة الكسر، لونها من الداخل أصفر بنى، ذات قوام قرنى. أحيانا، يحمل الريزوم أفرعا قـــصيرة، تظهر أماكن تكسرها أو سقوطها فى صورة ندب دائرية.

تحتوى ريزومات النبات على صبغة تسمى كوركـــومين Curcumin، تبلغ نسبتها حوالى ٠,٣%، وهى مادة متبلورة ذات لون أحمر برتقالى أو مصفر. تنتج الصبغة فى خلايا إفرازية خاصة، ثم تنتقل منها إلى الخلايـــا البارنكيميـــة المجاورة. يحتوى الريزوم أيضا على زيت عطرى تبلغ نـــسبته حـــوالى ٥%، بالإضافة إلى راتنجات، ونشا (٣٠-٤٠%).

بالإضافة إلى الصبغة، تستخدم ريزومات الكركم فـــى عمـــل مـــسحوق الكارى، وتجهيز بعض العقاقير الطبية، وصبغ الأقمشة، فضلا عن اســـتخدامها كجوهر كشاف لبعض الأحماض والقلويات (حمض البوريك واملاحه). يستخدم الكركم فى شرق آسيا كنوع من التوابل.



شكل (٣٧): نبات الكركم.

A أجزاء الريزوم المتدرن. B تفرعات جانبية للريزوم

٦- الزعفران Saffron

نبات الزعفران .*Crocus sativus* L ينتمى إلـــى العائلـــة الـــسوسنية *Iridaceae*، تنتشر زراعته فى مناطق حوض البحر المتوسط وحتـــى الهنـــد، وتعتبر أسبانيا هى الدولة الرئيسية المنتجة له. تعتبر كلمة زعفران مشتقة مـــن اللغة العبرية ومعناها الأصفر. الموطن الأصلى لنبات الزعفران هو شرق البحر المتوسط. تراجعت تجارة الزعفران على المستوى العلمى نظرا لارتفاع أسعاره، إذا أن سعر الزعفران يقدر بعشرين ضعف سعر الفانيليا.

يحصل على صبغة الزعفران من المياسم المجففة وقمم أقـــلام أزهـــار النبات. ينتهى مبيض الزهرة من أعلى بقلم ذى ثلاثة افـــرع ميـــسمية طويلـــة، حمراء اللون، لامعة، ذات رائحة عطرية، يبلغ طول الفرع الميـــسمى حـــوالى ٢٥مم، وهو أنبوبى الشكل، عريض لدى قمته، ضيق عند قاعدته، حيث يتـــصل بقلم أصفر اللون.

يظل نبات الزعفران منزرعا أربع سنوات إلى أن يزهر لمـــدة شـــهر، عندئذ تجمع الأزهار مبكرا عند شروق الشمس وعقب تفتحها، تنقل إلى مكـــان خاص، حيث تقصف فيه المياسم وتجفف فى الظل، أو فى أوانى خاصة على نار هادئة، حيث تستغرق عملية التجفيف حوالى ٣٠-٥٠ دقيقة. بصفة عامة، تعطى كل ٦٠ ألف زهرة حوالى نصف كيلو من المياسم المجففة التى تكون هشة، سهلة التكسر، وتعرف حينئذ بالكروكس Crocus أو كروكى Croci أو Saffron.

يحتوى مسحوق المياسم المجففة على آثار من زيت عطـــرى، وصـــبغة حمراء تسمى كروكين Crocin، تذوب فى الماء، حيث تعطى لونا أصفر. هذا، بالإضافة إلى جليكوسيدات مرة، عديمة اللون تسمى Picrocrocin.

تستخدم صبغة الزعفران كمادة ملونة للغذاء والدواء، كما يـــستفاد منهـــا أيضا فى بعض النواحى الطبية كمادة منبهة، ومضادة للتقلص وأعراض البـــرد، كما تدخل فى صناعة أدوية زيادة إدرار الطمث. يستعمل الزعفران أيضا كنوع من التوابل لتحسين نكهة بعض الأغذية.

نباتات المشروبات المنبهة (المنعشة)

عرفت البشرية منذ أمد طويل، بعض النباتات التى تحتوى على مركبات كيماوية ذات تأثيرات مميزة، إذ ترفع قدرة الإنسان الجسمية والروحية، تـروى ظمأة وتشبع جوعه، تهدئ من روعه، وتساعده على النوم، تقلل من إحباطاته النفسية أو تجلب له أحلاما سعيدة. وهناك بعض الشعوب التى لا تستعمل مثل هذه المنتجات النباتية فى صورة مشروبات أو للتدخين أو التعاطى كعادة يومية. فى مراحل مبكرة من تطور البشرية، أمكن استعلال بعض النباتات وزراعتها كمصادر للمواد المهدئة أو المنعشة مثل التبغ وكذلك البن، فضلا عن منتجات أخرى عديدة لا تزال تستخلص حاليا من نباتات برية مثل *Lophophora lutea* من العائلة الشوكية *Cactaceae*.

لقد اكتشف الإنسان مبكرا جدا أن قيمة العصير السكرى لبعض النباتات مثل الفاكهة والسيسال والنخيل يمكن أن ترتفع بوضوح عند معاملته بالكحول، كما تعلم أيضا إمكانية زيادة فعالية المواد الفعالة من خلال إتباع عمليات تقنية معينة مثل إضافة الكالسيوم لمنتج الكوكا أو تحسين طعم المنتج النباتى، كما يحدث فى حالة تجفيف وتخمير التبغ، أو تحميص بذور البن. وكنتيجة لهذا التطور الأخير، أصبحت المشروبات المنبهة متداولة عند البعض بسبب محتواها العطرى فقط، مثل البن الخالى من الكافيين، والتبغ الخالى من النيكوتين.

تستعمل المكونات الفعالة لبعض المشروبات المنبهة فى مجالات أخرى مثل إستخدام الكافيين والثيوبرومين والمورفين والكودايين والكوكايين والأريكولين فى صناعة العقاقير الطبية، والإستفادة من النيكوتين كمبيد حشرى.

ترجع جميع نباتات المشروبات فى أصولها إلى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية، وبإستثناء التبغ، فإن المناطق الإستوائية تعتبر مناطق الإنتاج الوحيدة لهذه المجموعة النباتية، الأمر الذى يمثل أهمية إقتصادية كبرى للدول النامية، إذ تفوق قيمة صادراتها من مواد المشروبات المنبهة نظيرتها من منتجات أى من المجاميع النباتية الأخرى.

تقدر قيمة الصادرات، ليس فقط من خلال الاحتياجات الفعلية، ولكن أيضا من خلال كفاءتها الجيدة للتخزين، وانخفاض تكاليف النقل والشحن.

يمثل الإنتاج العالمى لكل من التبغ والبن أعلى كمية إنتاج بين نباتات المشروبات المنبهة، غير أن قيمة صادرات البن تفوق نظيرتها فى نباتات المشروبات الأخرى مجتمعة (التبغ والشاى والكاكاو). لا يزال مجال الاستفادة من عديد من نباتات المشروبات المنبهة قاصرا على النطاقين المحلى والإقليمى، حيث تمثل قيمة إقتصادية ملموسة، رغم أنها تفتقر إلى أى دور فى مجال التجارة العالمية. من أمثلة هذه النباتات: بذور الكولا فى جنوب إفريقيا وجزر الهند الغربية، حيث يبلغ إنتاجها السنوى حوالى ١٧٥٠٠٠ طن، وأوراق الكوكا فى أمريكا الجنوبية، حيث يبلغ الإستهلاك السنوى فى بيرو ما يعادل حوالى ١٠٠ طن كوكايين. هذا، بالإضافة إلى *Guarana* فى البرازيل والأفيون فى آسيا والقات فى كل من اليمين وإثيوبيا. ومن الوجهة الإقتصادية أيضا فإن تجارة المخدرات خاصة الأفيون والحشيش تمثل دورا ملموسا فى هذا الشأن. تتباين صور المشروبات النباتية، فقد تكون نباتات كاملة أو أجزاء منها، وقد تكون خليطا من عدة أنواع نباتية، فالمشروب قد يكون ثمارا لبعض النباتات مثل نباتات العائلة الخيمية *Apiaceae* كالشمر والكراوية واليانسون والكمون، أو نباتات العائلة البقمية *Caesalpiniaceae* كالخروب والتمر هندى، وقد يكون بذورا كالحلبة والبن والكاكاو والكولا. قد يكون المشروب مجهزا من أوراق النبات مثل الشاى والنعناع، أو من نورات وأزهار النبات مثل البابونج الألمانى والكركدية. فضلا عن ذلك، قد يجهز المشروب من قلف الساق، كما فى القرفة، أو من جذور النبات كما فى المغات، أو من ريزوماته كالعرقسوس، أو من جذوره المتدرنة كما فى السحلب.

وفيما يلى عرض موجز لبعض أنواع المشروبات ذات الأهمية الإقتصادية، والتى تتميز أيضا بتأثيرات طبية مرغوبة.

البن Coffee

البن من أهم نباتات المناطق الحارة، إذ يضم جنس *Coffea* التابع للعائلة الروبية *Rubiaceae* حوالى ٦٠ نوعا، تنتشر فى المناطق الإستوائية من العالم القديم. تنحدر جميع الأنواع المنزرعة من البن فى أصولها من إفريقيا، وأهم هذه الأنواع البن العربى *Coffea arabica* L. الذى يوفر ٧٤% من إنتــاج الــبن العالمى، وبن الروبستا *Coffea canephora* Pierre ex. Froeh. الذى يساهم بحوالى ٢٥% من الإنتاج العالمى للبن. بالإضافة إلى هذين النوعين توجد عــدة أنواع أخرى توفر الجزء المتبقى من الإنتاج (١%) وهى:

Coffea liberica Bull ex Hiern, Coffea dewerei de Wild., *Coffea stenophylla* Don

ويوضح الجدول التالى أهم الاختلافات العامة بين نوعى البن الأكثر أهمية:

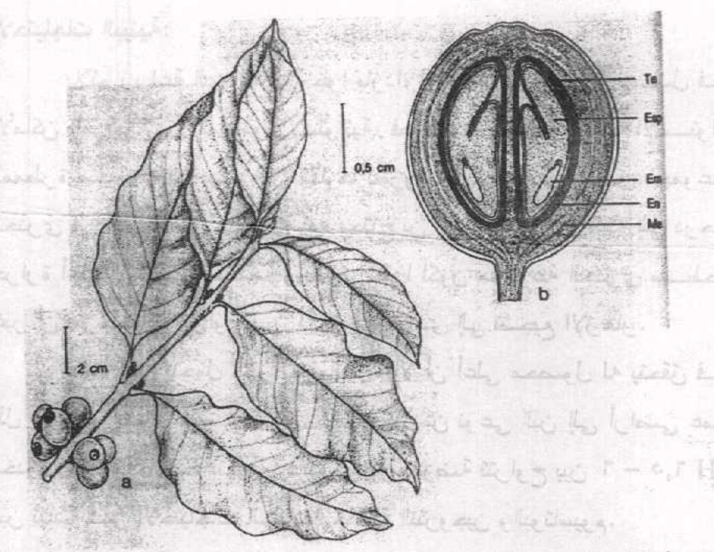
أوجه الإختلاف	Coffea arabica	Coffea canephora
عدد الكروموسومات	٤٤	٢٢
الخصوبة	خصب ذاتيا	عقيم ذاتيا
الفترة بين التزهير ونضج الثمرة	٩ أشهر	١٠ – ١١ شهر
وقت التزهير	بعد موسم الأمطار	غير منتظم (على فترات)
حالة الثمرة عند النضج	متساقطة	غير متساقطة
نسبة الكافيين (٪)	٠,٦ – ١,٥	٢ – ٢,٧
المحصول (كجم بذرة/هكتار)	١٥٠٠ – ٢٥٠٠	٢٣٠٠ – ٤٠٠٠
المجموع الجذرى	متعمق فى التربة	سطحى
متوسط الحرارة المناسب سنويا	١٧ – ٢٣ ° م	١٨ –٢٧ م °
كمية الأمطار المثلى (مم)	١٥٠٠ – ٢٠٠٠	٢٠٠٠ – ٣٠٠٠
مقاومة الصدأ والنيماتودا	حساس	مقاوم

تمثل أمريكا الجنوبية المصدر الرئيسى لإنتاج الــبن العربــى، وتــأتى البرازيل فى مقدمة الدول المنتجة، إذ بلغ إنتاجها عام ١٩٧٢ حوالى ١,٥ مليون طن، تليها كولومبيا (٦٨٠٠٠٠ طن)، والمكسيك (٢٢٢٠٠٠ طن)، والــسلفادور (١٥٠٠٠٠ طن)، وجواتيمالا (١٤٠٠٠٠ طن). فضلا عن هذا، تمثــل إثيوبيــا

مصدرا هاما لإنتاج البن العربى، إذ بلغ إنتاجها ٢١٦٠٠٠ طن. من جهة أخرى، تتركز مناطق إنتاج بن الروبستا بصفة رئيسية فى إفريقيا، حيث تعتبر ساحل العاج أكثر الدول إنتاجا لهذا النوع من البن (٢٧٠٠٠٠ طن)، تليها أنجولا (٢١٥٠٠٠ طن)، وأوغندا (٢٠٠٠٠٠ طن) هذا، بالإضافة إلى إندونيسيا والتى بلغ إنتاجها ١٨٥٠٠٠ طن.

نبات البن شجيرة، دائمة الخضرة، يبلغ إرتفاعها حوالى ١٥ قدما. الأوراق متقابلة، تترتب فى صفين على الساق (شكل ٣٨). تختلف شجيرة البن فى نموها الخضرى عن غيرها من النباتات، إذ تتميز بتكوين نوعين من البراعم الإبطية، النوع الأول ويسمى البراعم الإبتدائية Primary buds، يوجد محمولا فى آباط الأوراق وعلى بعد بضعة ملليمترات أعلى كل ورقة محمولة على الأفرع الخضرية النامية رأسيا orthotropic. يتكشف عن هذه البراعم الإبتدائية أفرع جانبية ثمرية تنمو فى الإتجاه الأفقى plagiotropic. أما النوع الثانى من البراعم ويسمى البراعم الثانوية secondary buds أو البراعم المتتابعة serial buds فإنه يوجد محمولابين البرعم الإبتدائى وقاعدة الورقة، حيث تبقى هذه البراعم عادة ساكنة، إلا أنه فى حالة تقليم المجموع الخضرى الرئيسى للشجيرة أو الإضرار به، فإنها تتكشف مكونة أفرعا خضرية رأسية orthotropic فقط. تحمل تجمعات الأزهار فى آباط الأوراق المحمولة على الأفرع الأفقية.

عادة تقلم الشجيرات إلى الإرتفاع المطلوب لضمان التفريع، وكثرة الآزهار، وإمكانية جمع المحصول. تؤدى عملية تقليم قمم الأفرع إلى تكشف أفرع خضرية جانبية تكون دائما أفقية الوضع Plagiotropic.



شكل (٣٨): نبات البن العربى.

a مجموع خضرى وثمرى b قطاع طولى فى ثمرة Em جنين En إندوكارب

Esp إندوسبرم Me ميزوكارب Te قصرة البذرة

تتكون الأزهار ثلاث أو أربع مرات خلال العام، وهى بيضاء، عطرية الرائحة. محيطات الكأس والتويج والطلع رباعية الأوراق الزهرية. متاع الزهرة يتركب من كربلتين ملتحمتين، ذو مسكنين يحتوى كلا منهما على بويضة واحدة. قلم المبيض رفيع طويل، تنتهى قمته بميسمين قصيرين. تتلقح الأزهار غالبا، خلطيا بالحشرات.

ثمرة البن حسلة، لونها أحمر قرمزى، تحتوى على بذرتين (شكل ٣٨). البذرة خضراء اللون أو داكنة، طولها حوالى نصف بوصة. تنطبق البذرتان معا على امتداد سطحيهما الداخليين وهما مستويان، يشاهد على كل منهما تجويف واضح. تغطى الذرة بقصرة رقيقة تسمى الجلد الفضى. البذرة إندوسبرمية، إذ يمثل الإندوسبرم الجزء الرئيسى، ويوجد الجنين الصغير مطمورا فيه.

الاحتياجات البيئية:

يلائم زراعة البن العربى جوا باردا، لذا ينضج بصورة أفضل فى الأماكن المرتفعة من المناطق الإستوائية، فضلا عن المناطق تحت الإستوائية الممطرة صيفا. يعتبر نبات البن مقاوما لظروف الجفاف نظرا لتعمق مجموعة الجذرى فى التربة. من جهة أخرى، يحتاج بن الروبستا فى زراعته إلى درجات حرارة أعلى، وأمطار منتظمة ووافرة، نظرا لكون مجموعة الجذرى سطحيا، غير أن فترة جفاف تتراوح بين ١–٢ شهر تؤدى إلى تشجيع الإزهار.

نبات البن يتحمل كثيرا من الظل، إلا أن أعلى محصول له يتحقق فى ظل ظروف إضاءة شمسية كاملة. يحتاج كلا من نوعى البن إلى أراضى عميقة الخدمة، مسامية، جيدة التهوية، ذات درجة حموضة تتراوح بين ٦ – ٦,٥ pH. البن نبات كثير الاحتياجات السمادية خاصة النتروجين والبوتاسيوم.

الحصاد وتجهيز المحصول:

تبدأ النباتات فى الإثمار عند عامها الثالث، ويصل إلى أقصاه إبتداءا من العام الخامس، ويستمر حتى حوالى ٣٠ عاما. يبلغ المتوسط العالمى للمحصول ٥١٤كجم/هكتار وقد يزيد عن ذلك.

تجمع الثمار تامة النضج عدة مرات، إما بالبدء أو بهز الشجيرة، حيث يسقط الثمار على حصر أو شباك خاصة توضع أسفل الشجيرات. فى حالة البن العربى، تجمع الثمار المتساقطة على الأرض، حيث يسهل جمعها بإستعمال مفارش أو شباك تنشر خصيصا لهذا الغرض. يستطيع العامل المدرب أن يجمع كمية ثمار تتراوح بين ٣٠ – ٦٠كجم (كيلوجرام) فى اليوم، لذا، تتطلب عملية جمع الثمار توفر أيدى عاملة مدربة وكافية.

توجد طريقتان مألوفتان لتجهيز البن:

١– **الطريقة الجافة:** وفيها تنثر الثمار فى طبقات رقيقة وتترك لتجف فى الشمس لفترة تتراوح بين ١٥ – ٢٥ يوم. يعاب على هذه الطريقة إحتمال

تعرض الثمار للتلف فى الجو الرطب، إذ يتأثر لحم الثمار سلبيا، الأمر الذى يؤثر على الطعم المرغوب للبذور. وتوصف البذور المجهز بهذه الطريقة بأنها أقل جودة من نظيرتها المجهزة بالطريقة الرطبة. تحتاج هذه الطريقة لمساحات كبيرة يتطلب الأمر توفيرها لإتمام عملية التجفيف. يجهز البن بهذه الطريقة غالبا فى كل من البرازيل وأنجولا.

٢- **الطريقة الرطبة**: استحدثت هذه الطريقة لتلائم المناخ الرطب، حيث تصبح عملية التجفيف صعبة. فى هذه الطريقة، توضع الثمار الناضجة فى الماء، حيث ترسب الثمار الناضجة فى القاع، وتنفصل عن الأوراق والفريعات والثمار غير الناضجة، فضلا عن انفصال الجزء الأكبر من لحم الثمار (الطبقة الوسطى من الغلاف الثمرى) عن الطبقة الداخلية endocarp يتم التخلص من البقايا المخاطية للحم الثمار خلال عملية تخمر قصيرة تستغرق فترة تتراوح بين ١٢-٢٤ساعة، قد تزيد عن ذلك فى الجو البارد (٢- ٤ أيام). قد يتم التخلص من مخاط لحم الثمار بطريقة أخرى تتم فيها معاملة الثمار بإنزيمات البكتينيز Pictinases أو القلويات، أو ميكانيكيا بإستعمال آلات خاصة. بعد ذلك، تغسل البذور ثم تجفف، إما فى الشمس، أو بإستعمال الهواء الساخن. تنزع الطبقة الداخلية للغلاف الثمرى endocarp ميكانيكيا وذلك لفصل قصرة البذرة. جدير بالذكر، أن الطريقة الجافة ينتج عنها ثمار كاملة جافة، تخضع عندئذ لعملية إزالة الغلاف الثمرى كاملا، فى حين يقتصر الأمر فى الطريقة الرطبة على إزالة الطبقة الداخلية منه فقط، نظرا لسبق التخلص من لحم الثمار (الطبقة الوسطى) أثناء عملية التخمر.

تصنف بذور البن تبعا للحجم واللون عند تسويقها. تتميز البذور الخضراء بكفاءتها التخزينية العالية. تعامل بذور البن الخام حراريا على درجة حرارة تتراوح بين ٢٠٠-٢٥٠°م وذلك لتحسين رائحتها العطرية. يجب مراعاة أن تتم المعاملة الحرارية فى مناطق الإستهلاك، نظرا لأن البن المعامل حراريا

(المحمص) يفقد رائحته المميزة سريعا حتى فى حالة تعبئته جيدا. تعزى نكهة البن إلى وجود زيت طيار يسمى caffeol، يتأثر مقداره بزيادة تعرض البذور للهواء. كما ترجع صفات البن المنبهة إلى احتواء البذور على الكافيين، فضلا عن وجود ثيوبرومين، وثيوفيللين theophylline، وجميعها عبارة عن مشتقات methylxanthine.

يستعمل البن بصورة رئيسية، خاصة البن العربى، فى تجهيز مسحوق البن وبالتالى المشروب المعروف. فضلا عن هذا، يستفاد من بقايا إعداد وتجهيز بذور البن كسماد ومادة عضوية، كما يستعمل لب الثمار (الطبقة الوسطى من الغلاف الثمرى) كسماد عضوى. يستفاد من هذه البقايا أيضا كمواد وقود، وأعلاف للماشية كما فى الهند. فى إثيوبيا، تستخدم الأوراق المجففة، وكذلك الثمار المجففة والمحمصة فى إعداد بعض المشروبات. يستفاد من أوراق البن فى إعداد نوع من الشاى فى كل من ماليزيا وإندونيسيا.

الشاى Tea

نبات الشاى *Camellia sinensis* (L.) Kuntze ينتمى إلى عائلة الشاى *Theaceae*، ويرجع موطنه الأصلى إلى جنوب شرق آسيا. النباتات تكون غالبا خليطة التلقيح بالحشرات، الأمر الذى يؤدى إلى تباينها بصورة ملحوظة فى كثير من صفاتها. يوجد صنفان من الشاى يسهل التمييز بينهما نظرا للتباين الواضح فى صفاتهما، ويعتبران من الوجهة العملية الأكثر أهمية وهما:

١- الشاى الصينى *Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *sinensis*
ونباتاته تتميز بمقاومتها لظروف الجفاف والبرودة، ذات أوراق صغيرة، متماسكة، حافتها مسننة بوضوح، قمتها غير محددة، ذات رائحة عطرية قوية، إلا أن هذا الصنف قليل المحصول.

٢- شاى أسام *Camellia sinensis* (L.) Kuntze var. *assamica* وتتميز نباتاته بحساسيتها لظروف الجفاف والبرودة، ذات أوراق كبيرة الحجم، قد

يصل طولها إلى ٣٥ سم، وهى طرية، غيـر مـسننة الحافـة، ذات قمـة واضحة، رائحتها العطرية ضعيفة. يعتبر هذا الصنف عالى المحصول.

حاليا، أمكن استباط وزراعة هجن ناتجة عن الصنفين سابقى الذكر، الأمر الذى أدى إلى تلاشى ماهية الاختلاف بينهما.

يتركز إنتاج الشاى بصفة رئيسية فى دول جنوب شرق آسيا، حيث تـوفر هذه الدول ٨٣% من الإنتاج العالمى للشاى، فى حين تساهم إفريقيا بـــ ١٠%، والإتحاد الروسى ٥%، وأمريكا ٢%. تعتبر الهند المنتج الرئيسى للـشاى فـى العالم، إذ بلغ إنتاجها ٤٥٢٠٠٠ طن، تليها سرى لانكا (٢١٣٥٠٠)، والـصين (٢٠٣٠٠٠ طن)، واليابان (٩٤٧١٠ طن)، ثم إندونيسيا (٧٢٠٠٠ طن). فى هذا الصدد، تضاعف إنتاج الشاى فى إفريقيا ثمانى مرات منذ الحرب العالمية الثانية، وأصبح يمثل سلعة تصديرية هامة فى كل مـن كينيـا، ومـالاوى، وأوغنـدا، وموزمبيق. تعتبر كلا من الهند وسرى لانكا أكثر دول العالم تصديرا للشاى، إذ تبلغ صادراتهما معا ٥٧% من مجموع صادرات الشاى العالمية. تأتى بريطانيا، واستراليا، وكندا، جنوب إفريقيا فى مقدمة دول العالم المستوردة للشاى، إذ تبلغ نسبة ما تستورده هذه الدول مجتمعة ٤٢% من كمية الشاى المتداولة عالميا.

نبات الشاى شجيرة أو شجرة صغيرة، دائمة الخضرة، قد يصل عمرها إلى حوالى ٥٠ عاما، غير أن محصولها يصبح عندئذ متناقصا وضعيفا. المجمـوع الجذرى قوى النمو، إذ يستطيع الجذر النمو فى التربة ممتدا فى أعماقهـا عـدة أمتار، غير أن الجزء الرئيسى منه يوجد منتشرا على عمق متر واحد، فى حين تتركز الجذور النشطة فى إمتصاص العناصر المغذية قريبا من سطح التربة.

يتكاثر نبات الشاى عادة بالبذور التى تزرع بالمشتل بمجرد حصادها، نظرا لانخفاض كفاءتها التخزينية تنقل البادرات إلى مكان الزراعة المستديم وذلك بعد فترة تتراوح بين ٦ – ٨ أشهر، وتكون عندئذ قد بلغت حوالى ٢٠سـم طـولا. تترك النباتات حتى تبلغ من العمر ٢-٣ سنوات، عندئذ تقلم على ارتفاع ١٠سم،

إذ أن التقليم المستمر للنباتات يساعد فى تكوين أفرع عديدة، ويجعل النبات قصيرا لا يتجاوز ارتفاعه خمسة أقدام، الأمر الذى ييسر عملية الحصاد. نبات الشاى الذى يترك بدون تقليم قد يصل إرتفاعه إلى حوالى عشرة أمتار، ويصبح عندئذ شجرة صغيرة نسبيا.

حاليا، أصبح نبات الشاى يزرع بصفة رئيسية عن طريق الإكثار الخضرى، إذ يستعمل لذلك عقل طول كل منها سلامية واحدة ذات ورقة واحدة، وبرعم إبطى نشط. يحصل على هذه العقل الساقية stem cuttings من أفرع حديثة بعد إستبعاد السلاميات الثلاث الطرفية الفرع، مع مراعاة أن يكون طول جزء العقلة الموجود أسفل الورقة حوالى ٣-٤سم. تزرع هذه العقل فى أكياس من البلاستيك، ثم تنقل إلى المكان المستديم عندما يبلغ ارتفاع النباتات ٢٠سم.

أوراق نبات الشاى صغيرة، بسيطة، تحمل متبادلة على الأفرع (شكل ٣٩)، وتتميز بوجود كثير من الاسكلريدات النجمية فى خلايا النسيج المتوسط mesophyll. توجد الخلايا العمادية مرتبة فى صفين، ويقتصر وجود الثغور على السطح السفلى فقط للأوراق.

الأوراق الحديثة تتميز بوجود شعيرات ناعمة تكسو سطحها السفلى، إلا أن هذه الشعيرات تتساقط بتقدم العمر، الأمر الذى تصبح معه الأوراق تامة النمو خالية منها تقريبا. يحمل البرعم أيضا بعضا من هذه الشعيرات، وبالتالى فإن عينة الشاى التى تحتوى على كثير من هذه الشعيرات تكون عالية الجودة.

أوراق الشاى تامة النمو يتراوح طولها بين ٥-١٠سم، خضراء داكنة، سطحها العلوى لامع، رمحية الشكل، قمتها مدببة، وحافتها مسننة. تتميز تسننات الحافة بوجود أطراف غدية، مخروطية الشكل، تتكسر بسهولة، وكثيرا ما تكون غائبة فى الورقة الناضجة.

الأزهار بيضاء، رائحتها عطرة، تتفتح بعد الظهر، وتستمر هكذا على مدار يومين. تنضج الثمار خلال فترة تتراوح بين ٩ – ١٢ شهر. الثمرة علبة

capsule، كروية الشكل، قطرها حوالى نصف بوصة، تحتوى على بذرة واحدة أو بذرتين.

محتويات أوراق الشاى:

المحتويات الرئيسية لأوراق الشاى هى الكـــافيين Caffeine، والمركبـــات الدباغية Tannins التى تكون موجودة بالأوراق فى صورتها الأولية ممثلة بكل من Catechine، Procyanidine. هذا، بالإضافة إلـــى نـــسب ضـــئيلة مـــن ثيوبرومين Theobromine، ثيوفيللين Theophylline، وزيت عطرى. معظم الكافيين يكون مرتبطا بالدباغ، وينفصل كلا منهما عن الآخر بالماء حيث يتحرر الكافيين. تزداد نسبة الكافيين الحر أثناء عملية تخمر الأوراق.

يحتوى الشاى الممتاز على نسبة مرتفعة من الكافيين، والزيت الطيار الذى يكسب الشاى نكهته المميزة. عند تجهيز مشروب الشاى، يذوب الكافيين فى الماء الساخن، وينتشر الزيت العطرى، ويصبح للمشروب عندئذ أثر منبـــه، وطعـــم مميز، ورائحة خاصة. إذا نقعت الأوراق فى الماء الساخن لمدة طويلة، يـــذوب الدباغ ويكتسب المشروب طعما مرا.

تعتبر أوراق النبات أهم أعضائه ذات الأهمية الإقتصادية، يبدأ قطفها فـــى العام الثالث من عمر النبات، ويصل أعلى إنتاج مـــن الأوراق حـــوالى العـــام السادس. تتوقف جودة الشاى على عمر الأوراق، فالشاى الممتاز هو الذى يتكون من قطف البرعم الطرفى والورقتين الطرفيتين من الغصن. يعزى ذلك إلى حقيقة مؤداها أن الأوراق الحديثة تحتوى على أعلى محتوى من الكـــافيين Caffeine، كاتشين Catechine (مصدر الدباغ)، فضلا عن أن الأوراق الحديثة تكون يانعة وطرية، الأمر الذى يسهل معه إمكانية لفها. ويوضح الجـــدول التـــالى النـــسبة المئوية لكل من الكافيين والكاتشين، فى البرعم و الأوراق الحديثة لنبات الشاى، مقدرة على أساس الوزن الجاف.

العضو النباتى	Catechine	Caffeine
البرعم الطرفى	٢٦,٥	٤,٧
الورقة الأولى	٢٥,٩٠	٤,٢
الورقة الثانية	٢٠,٧	٣,٥
الورقة الثالثة	١٧,١	٢,٩
الساق الحديثة	١١,١	٢,٥



شكل (٣٩): نبات الشاى

A فرع زهرى B قطاع طولى فى زهرة C ثمرة

حصاد الشاى وتجهيزه:

تتلخص الطريقة العادية لحصاد الشاى فـى قطـف البـرعم الطرفـى والورقتين الطرفيتين من الغصن، يدويا. فى اليابان وروسيا، تقطف الأغـصان والأوراق الحديثة، آليا بإستعمال مقصات خاصة. جدير بالذكر، أنه فـى حالـة الحصاد اليدوى، يستطيع العامل أن يجمع حوالى ٣٠ كيلـوجرام مـن الأوراق الطازجة فى اليوم، فى حين يصل هذا المعدل إلى ١٠٠ كجم فى الساعة فى حالة الحصاد الآلى. يتوقف عدد مرات قطف الأوراق والأغصان على معـدل نمـو نباتات الشاى، ففى الجو الدافئ يتم القطف على فترات، كل ٧ – ١٠ أيام، فـى حين تزداد الفترات الفاصلة بين قطفة وأخرى فى الجـو البـارد لتـصبح كـل أسبوعين أو ثلاثة. قد تتكرر عملية القطف ثلاثين مرة فى العام.

يتراوح المحصول فى شاى أسام والشاى الهجين فى المناطق الإستوائية بين ١,٥–٢,٥ طن أوراق مجففة لكل هكتار فى العام، وقد يتجاوز المحـصول أحيانا ٥ طن للهكتار فى العام. فى حالة الشاى الصينى وكذلك الطرز المنزرعة فى مناطق تمر فيها النباتات بطور راحة سنوية أو بسبب الجفاف، يتراوح بـين ٠,٨ -- ١,٢ طن للهكتار فى العام. هذا، ويبلغ متوسط الإنتاج العالمى طن واحد فقط للهكتار فى العام، نظرا لعدم كفاية التسميد، وتدنى رعاية المحصول فى كثير من مناطق الإنتاج. جدير بالذكر، أن عينة أوراق شاى طازجة مقدارها ٤,٥ كجم تقريبا تعطى كيلوجرام واحد من الشاى المجفف.

تجهيز الشاى الأسود:

لإنتاج الشاى الأسود، تتبع الطريقـة Orthodoxen method، وفيهـا تعرض الأوراق الطازجة (٧٥–٨٠% رطوبة) لتيار من الهواء إلى أن ينخفض محتواها من الرطوبة ويصبح ٦٢–٦٤%. قد تستغرق هذه العملية فترة تتراوح بين ١٨–٢٤ ساعة. تلف الأوراق بعد ذلك فى آلات خاصة، حيث تمر الأوراق بعدة مراحل متتالية (٤–٩ مراحل)، تستغرق كل مرحلة منها حوالى ٣٠ دقيقة،

تتحطم خلالها التراكيب الخلوية إلى حد كبير، ويتحرر بعض العصير الخلوى إلى السطح، وفى نفس الوقت تأخذ الأوراق شكلا ملتفا. فى هذه الحالة، تصبح المركبات الدباغية catechine فى متناول إنزيمات خاصة ذات طبيعة مؤكسدة توجد فى خلايا الأوراق، تسمى polyphenoloxidases. بعد هذه العملية، تخمر الأوراق وذلك على درجة حرارة لا تتجاوز ٢٥°م، نظرا لأن درجات الحرارة الأعلى تقلل من جودة الشاى، وتستغرق هذه العملية فترة تتراوح بين ٣-٤ ساعات، يتحول خلالها لون الأوراق من الأخضر إلى الأصفر ثم إلى النحاسى، نتيجة لأكسدة الكاتشين Catechine وتحوله إلى Thearubigin, Theaflavin فضلا عن تكسير الكلوروفيل. تتحدد صفات الشاى تبعا لنواتج أكسدة الكاتشين والكافيين، فضلا عن المركبات الطيارة التى تتحرر أثناء عملية التخمر. تستكمل عملية التخمر عن طريق عملية تجفيف سريعة تتم داخل أفران على درجة حرارة تتراوح بين ٩٠-٩٥°م، حيث يكتسب الشاى لونه البنى المائل إلى الأسود. يصنف الشاى بعد ذلك ويعبأ تمهيدا لتسويقه. تجدر الإشارة إلى انه توجد طريقة حديثة لإنتاج الشاى الأسود تستعمل فيها آلات خاصة، حيث تستغرق عملية التخمر فترة تتراوح بين ساعة واحدة وساعتين فقط، إلا أنه على الرغم من قصر فترة التخمر، فإن الشاى المتحصل عليه بهذه الطريقة تكون أوراقه أدكن لونا من نظيرتها فى الطريقة السابقة. فى شرق آسيا، يفضل مشروب الشاى الأخضر، كما يعتبر هذا الشاى مرغوبا فى الدول العربية وبعض الدول الأوروبية.

تقوم فكرة تجهيز هذا الشاى على أساس إيقاف نشاط الإنزيمات الورقية المؤكسدة polyphenoloxidases الموجودة فى الأوراق الطازجة، وذلك خلال عملية تسخين تعرض فيها الأوراق لتيار من بخار الماء الساخن، وقد يتم ذلك فى أفران خاصة، الأمر الذى يؤدى إلى بقاء الكاتشين catechine دون أكسدة. بعد ذلك تكرر عمليات لف وتجفيف الأوراق، وغالبا ما تتم هذه العملية يدويا، حيث

تصبح بعدها الأوراق ذات لون أخضر زيتونى، وتتميز ببريق ذهبى. يتسم الشاى الأخضر بنكهة ذات طبيعة قابضة أكثر وضوحا عما هو عليه الحال فى الشاى الأسود، ويتميز بوفرة الكافيين الحر، فضلا عن خواصه ذات التأثير المنشط للصحة العامة، إذ تحتفظ الأنسجة بالدباغ فى صورته الخام غير المؤكسدة، كما يتميز بإحتوائه على فيتامين A.

توجد صور أخرى مختلفة من الشاى مثل الأحمر والأصفر وغيره، تتسم خطوات تجهيزها بإيقاف عملية التخمر فى مرحلة مبكرة، وتعتبر هذه الصور محدودة الأهمية فى مجال التجارة والتسويق.

من ناحية أخرى، يستفاد من بقايا إعداد وتجهيز أوراق الشاى بصوره المختلفة، مثل السيقان وأعناق الأوراق ومخلفات الأوراق المتكسرة فى إستخلاص الكافيين، هذا على الرغم من إمكانية إنتاجه حاليا بطرق صناعية.

الكاكاو Cacao

يحصل على الكاكاو من بذور النوع *Theobroma cacao* L. الذى ينتمى إلى العائلة الإستركولية *Sterculiaceae*، إذ يمثل هذا النوع المصدر الرئيسى للكاكاو المتداول تجاريا. فى أمريكا الوسطى تزرع أيضا أنواع أخرى للحصول على الكاكاو مثل *Theobroma bicolor* Humb. الذى يتميز بتكوين ثمار محمولة على أفرع جانبية، ذات سطح شبكى، *Theobroma angustifolium* Moc. ويتميز بثمار محمولة على وسائد جانبية، ذات لون داكن. فى البرازيل، وكولومبيا خاصة فى منطقة حوض الأمازون، يزرع النوع *Theobroma grandiflorum* (Spreng.) Schum. الذى يتميز بثمار كبيرة الحجم، بيضاوية الشكل، ذات غلاف صلب، توجد محمولة على الأفرع حديثة التكوين. تصلح ثمار هذا النوع كمصدر لتجهيز نوع من المشروبات ذات الطعم السكرى والرائحة العطرية، نظرا لصلاحية لب هذه الثمار وملاءمته لإعداد مثل

هذه المشروبات وبعض أنواع الحلويات. فضلاً عما تقدم، يستفاد من بذور هـذا النوع لاستخراج دهن يماثل زبد الكاكاو.

يضم النوع *Theobroma cacao* طرزا مختلفة يعتبرها البعض تحت أنواع *Subspecies*، ويصنفها البعض الآخر أنواعا *Species*. تتسم جميع هذه الطرز بإمكانية التهجين بينها وتحتوى جميعها على نفس العدد الكروموسـومى (2n=20).

وبالنظر إلى الواقع، يمكن تمييز المجموعات النباتية التالية من نباتات الكاكاو:

١- Criollos وتنتشر فى أمريكا الوسطى حتى كولومبيا.

٢- Forasteros وتوجد فى المنطقة العليا من حوض الأمازون، إلـى جانـب مجموعة Amelonados التى ترجع فى أصولها إلى المنطقة الجنوبية من حوض الأمازون، وجوايانا.

٣- Trinitarios وهى عبارة عن هجن ناتجـة مـن التهجـين بـين أفـراد المجموعتين الأولى والثانية، وتوجد منتشرة فى جزيرة ترينيداد من أمريكا الوسطى.

ويوضح الجدول التالى أهم الاختلافات بين طرازى Forastero, Criollo:

Forastero	Criollo	الصفات
اصفر مخضر	احمر مصفر	لون الثمرة
بيضاوية	تميل إلى الإستطالة، ذات قمة	شكل الثمرة
أملس، مستوى	مجعد، عميق الأخاديد	سطح الثمرة
متماسك وصلب	رقيق وطرى	الغلاف الثمرى
صغيرة ومسطحة	كبيرة ومستديرة	حجم البذرة
٣٠ – ٦٠	٢٠ – ٤٠	عدد البذور فى الثمرة
ارجوانى داكن	كروى إلى وردى	لون الفلقتين
ضعيفة	قوية	الرائحة العطرية
عالى	منخفض	المحصول

تمثل مجموعة الطرز forasteros الغالبيـة العظمـى مـن المـساحة المنزرعة بالكاكاو (٨٠%)، خاصة مجموعة amelonados التـى لا يـزرع سواها من طرز الكاكاو فى غرب إفريقيا.

بلغ الإنتاج العالمى من الكاكاو عام ١٩٧٢، ١,٤٨ مليــون طــن مــن البذور، كان نصيب غرب إفريقيا منها ١,٠٣ مليون طن، وأمريكــا الوســطى والجنوبية ٠,٣٨ مليون طن، وآسيا وجزر المحيط الهادى ٠,٠٥ مليــون طــن. تعتبر غانا أكثر الدول إنتاجا للكاكاو، إذ بلغ إنتاجها ٠,٤٢ مليون طــن، تليهــا نيجيريا (٠,٢٤ مليون طن)، وساحل العاج (٠,١٨ مليون طن، ثــم البرازيــل (٠,٢مليون طن).

شجرة الكاكاو *Theobroma cacao* يحتمل نشأتها فى المنطقة العليــا من حوض الأمازون، قد يصل إرتفاع الشجرة ٨ – ١٠ متر، غير أنها تكون أقل إرتفاعا فى الزراعة العادية، نظرا لتقليمها المستمر. مجموعها الجذرى يتعمــق فى التربة حتى حوالى مترين، وتبلغ الجذور النشطة فــى عمليــة الامتــصاص أطوالا تتراوح بين ٥ – ٦متر إلا أنها تتركز فى المنطقة السطحية من التربــة على عمق ١٥ – ٢٠سم. ينمو الساق الرئيسى رأسيا خلال فترة نمــوه الأولــى التى تتراوح بين ١٤ – ١٨ شهرا، وحينما يبلغ طوله ١,٢ – ١,٥ متر، يتوقف نموه الطرفى حيث ينقسم المرستيم القمى إلى خمس مناطق مرستيمية، يتكــشف عنها أفرع أفقية الوضع، غير محدودة النمو، تتفرع بدورها. بعد مرور بعــض الوقت، يتكون برعم ساكن على الساق الرئيسى أسفل منطقة التفرع، يتكشف عنه فرع رأسى الوضع يسمى chupon. يتكرر توقف النمو، والتفرع، الأمر الــذى ينتج عنه، على مر الــسنين، عديــد مــن طبقــات الأفــرع أفقيــة الوضــع Plagiotropic.

تتكشف الأزهار فى آباط الأوراق المحمولة على الساق المتخشبة المسنة رأسية الوضع orthotropic وكذلك الأفرع الأفقية Plagiotropic، حيث توجد فى مجموعات (نورات) يتكشف عنها بين الحين والآخر براعم زهريــة جديــدة تبرز على وسائد صغيرة تمثل آباط الأوراق التى سقطت من قبل.

يزهر الكاكاو على مدار العام وذلك فى المنــاطق الدافئــة المعتدلــة، وكــذلك الإستوائية الرطبة. تؤدى غزارة الإثمار إلى إعاقة تكوين أزهار جديدة وبالتالى عدم عقد ثمار أخرى، الأمر الذى لا يسمح تحت مثل هذه الظروف بتوزيع جمع المحصول على مدار العام، وإنما يقتصر جمع الثمار علــى فتــرة أو فتــرتين. يتوقف الإزهار نتيجة للبرودة وظروف الجفاف، وبالتالى، فإن المنــاطق التــى تتميز بتقلبات مناخية موسمية، تتسم أشجار الكاكاو فيها بظاهرة تبادل الحمل.

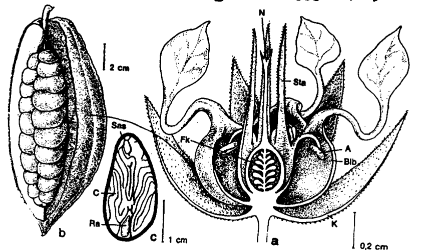
زهرة الكاكاو (شكل ٤٠ أ) تتميز بوجود جيوب أو تجاويف بطنية فــى قواعــد البتلات، تختفى بداخلها المتوك، الأمر الذى يجعل التلقيح الذاتى غيــر ممكــن، وبالتالى فإن أزهار الكاكاو تتلقح خلطيا بالحشرات خاصة النمل. بعد الإخصاب، وكنتيجة له، يتكون فى البداية إندوسبرم فقط، فى حين تبدأ خلية البيــضة egg cell المخصبة خطوات تطورها الأولى بعد حوالى ٤٠-٥٠ يوم بعد الإخصاب. ونظرا لأن نمو الجنين لم يكن قد بدأ بعد، فإن هذا الأمر ينتج عنه تنافس علــى مصادر الغذاء مع الثمار سابقة التكوين (القديمة)، وبالتالى نقــص فــى إمــداد العناصر الغذائية اللازمة لنمو الجنين، مما يؤدى وبصورة متكررة إلى توقــف الثمار حديثة التكوين عن متابعة تطورها بل وتساقطها.



شكل (٤٠ أ): نبات الكاكاو

D ساق مزهرة ومثمرة E زهرة F طلع ذو أسدية طويلة وعقيمة

تستهلك الأجنة النامية الغذاء المخزن فى الإندوسبرم، إذ أن البـذرة الناضـجة تتركب بصفة رئيسية من جنين ذى فلقتين كبيرتين مفلطحتين. توجـد البـذور مطمورة فى لب الثمرة (شكل ٤٠ ب). تنضج الثمار، تبعا للصنف والظـروف المناخية، بعد مرور فترة تتراوح بين ٥-٧ أشهر بعد التزهير.



شكل (٤٠ ب): نبات الكاكاو

a زهرة فى قطاع طولى b ثمرة مفتوحة c قطاع طولى فى بذرة

A متك Blb بتلة C فلقة Fk مبيض K كأس N ميسم

Ra جذير Sas قصرة Sta سداة عقيمة

الاحتياجات البيئية:

ينمو الكاكاو جيدا ويفضل المناخ الإستوائى الرطب، الذى تتراوح درجة حرارته بين ٢٥-٢٨°م. ينبغى أن تظل درجة حرارة الشهور الباردة أعلى مـن ٢٠°م. تتوفر مثل هذه الظروف المناخية فى المناطق الإستوائية المنخفضة والمحصورة بين خط عرض ١٥° شمال وجنوب خط الإستواء. كمية الأمطار المثلى تتراوح بين ١٥٠٠ - ٢٠٠٠مم، على أن تتوفر بإنتظام على مدار العام. فى المنـاطق الجافة التى يقل فيها سقوط الأمطار يستلزم الأمر رى الأشجار. يعتبر الكاكـاو قليل الاحتياجات الضوئية، إذ كثيرا ما كان يزرع تحت أشجار الظل.

ينبغى أن يكون أرض الزراعة عميقة الخدمة، مسامية، على أن تكـون سعتها الحقلية عالية، ذات درجة حموضة تتراوح بين ٤ – ٧,٥ pH، وذلك فى حالة توفر قدر كاف من المادة العضوية.

تشغل المساحات الخالية بين أشجار الكاكاو قبـل نقلهـا إلـى المكـان، المستديم، وذلك بزراعة بعض المحاصيل الهامة مثـل المـوز أو الكـسافا، أو بزراعة بعض النباتات التى يستفاد منها كغطاء أخضر للتربة، الأمر الذى يوفر للتربة نشاطا بيولوجيا، يسمح بالتالى لميكوريزا الكاكاو ببدءنشاطها على الفـور بمجرد نقل نباتات الكاكاو إلى مكان الزراعة المستديم.

الحصاد وتجهيز المحصول:

تبدأ شجرة الكاكاو فى الإثمار حينما يبلغ عمرها ٤– ٥ سنوات، ويستمر إثمارها بعد ذلك حتى تبلغ ٥٠ عاما أو أكثر. تتحدد درجة نضج الثمار من خلال اكتسابها لونا مميزا يختلف تبعا للصنف. وعندما تصبح الثمار ناضجة، ينفـصل لب الثمرة عن غلافها. إذا تأخر جمع الثمار الناضجة، يؤدى ذلك إلـى إنبـات بذورها، وبالتالى لا تصلح هذه البذور كمصدر للحصول على منتجات الكاكـاو. تفصل الثمار من الأشجار باستعمال سكين حـاد، لتجنـب الإضـرار بوسـائد الأزهار. توفر كمية مقدارها عشرون ثمرة كيلوجراما واحدا من البذور الجافة، ويمثل إنتاج قدره ١ – ١,٥ طن بذور جافة لكل هكتار فـى العـام محـصولا ممتازا. جدير بالذكر، أن أصناف الكاكاو وافرة الإنتـاج تحقـق محـصولا لا يتجاوز ٣ طن من البذور الجافة وذلك تحت أفضل الظروف.

بعد الحصاد، يحصل على البذور من خلال شق غلاف الثمـرة، حيـث تكون البذور منغرسة فى لب سكرى، مخاطى، أبيض اللون أو محمر. توضـع البذور مختلطة باللب فى صناديق مثقبة، حيث يتخمر اللب. فى هذه المرحلـة، تنشط بكتريا حامض الخليك وحامض اللاكتيك علـى الفـور، وترتفـع درجـة الحرارة إلى حوالى ٤٥°م، وينتج عن ذلك فى بداية الأمر كحول سـرعان مـا

يتأكسد إلى حمض الخليك بصفة رئيسية. يعاد تعبئة البذور مرتين، وذلك للوصول إلى درجة حرارة منتظمة، فضلا عن توفر الأكسجين بصورة منتظمة. فى حالة توفر الظروف المناسبة، تستغرق عملية التخمر ثلاثة أيام فى حالة بذور طراز Criollo، فى حين تصل إلى ستة أيام فى طراز Forastero.

يؤدى حامض الخليك المتكون أثناء التخمر إلى موت أنسجة الجنين، وفى هذه الحالة، تتحرر إنزيمات polyoxidases التى تعمل على أكسدة المركبات الفينولية الموجودة بالبذور مثل anthocyane, catechine، الأمر الذى ينتج عنه تحول هذه المركبات إلى صورة غير ذائبة، واكتساب الكاكاو اللون البنى. تستمر هذه العملية أثناء مرحلة التجفيف النهائية، الأمر الذى يؤدى إلى فقد الفلقتين طبيعتهما الورقية، ويكتسب الكاكاو طعمه المميز بدلا من الطعم المر اللاذع، فضلا عن تكوين عناصر عطرية مرغوبة.

أثناء عملية التجفيف العادية تعرض البذور يوميا بضع ساعات فقط للشمس، ويستغرق ذلك حوالى سبعة أيام. فى حالة عدم توفر ظروف شمسية كافية مع ارتفاع الرطوبة الجوية، تجفف بذور الكاكاو صناعيا، على أن يتم ذلك ببطء وفى درجة حرارة معتدلة (حوالى ٦٠°م) وذلك لإيقاف الأكسدة الأنزيمية تماما. فى حالة حدوث أى خطأ أو قصور فى عملية التخمر، يكتسب الكاكاو طعما حامضيا، وتصبح الفلقتان ذات لون بنفسجى أو رمادى، ويعزى ذلك غالبا إلى انخفاض درجة الحرارة إلى أقل من ٤٠°م، فضلا عن قلة الأكسجين المتاح. يمكن تقليل الحموضة عن طريق معادلتها وغسيل البذور بين عمليتى التخمر والتجفيف. فى حالة الرغبة فى تعديل لون البذور الناتجة، فإنه يمكن أن يتم ذلك من خلال إعادة ترطيب البذور الجافة، تعقبها عملية تجفيف بطيئة، هذا، إلى جانب التخزين لمدة طويلة. تصنف بذور الكاكاو بعد ذلك وتعبأ للتصدير.

فى حالة تجهيز البذور للأغراض الصناعية، تحمص على درجة حرارة تتراوح بين ٩٠-١٤٠°م، ولمدة تتراوح بين ١٠-٤٥ دقيقة تبعا للصنف. تكسر

البذور لاستبعاد القصرة التى تكون رقيقة هشة، يسهل إزالتها عن فلقتى الجنين، كما يستبعد الجذير، وتطحن بعدها البذور، حيث يمكن استعمالها مباشـــرة فـــى صناعة الشيكولاته. يحتوى مطحون البذور الناعم على ٠,٢ – ٠,٣% كـــافيين، ١–٢% ثيوبرومين، ٥٠% دهن (زبد). فى حالة إستعمال البذور للحصول على مسحوق الكاكاو، يعصر الجزء الأكبر مـــن زبـــد الكاكـــاو فـــى آلات عـــصر هيدروليكية. يعتبر زبد الكاكاو منتجا ثانوية هاما، يستفاد منه بصفة رئيسية فـــى صناعة الشيكولاته والحلوى، هذا بالإضافة إلى صناعة المستحضرات الطبيـــة، ومستحضرات التجميل.

الكاكاو الذى لا يصلح لإنتاج مسحوق الكاكاو أو الـــشيكولاته يـــستخدم لإنتاج زبد الكاكاو، فضلا عن الإستفادة منـــه لاســـتخلاص مـــادة ثيـــوبرومين theobromine وهى أحد مشتقات ميثايل زانثين methylxanthine. يمكـــن الحصول أيضا على ثيوبرومين بالاستخلاص من بقايا ومخلفات عمليات تجهيز الكاكاو المعتادة عند إعداد منتجاته الأخرى.

الدخان tobacco

يضم جنس *Nicotiana* أهم أنواع الدخان *Nicotiana tabacum* L., *Nicotiana rustica* L. وينتمى إلى العائلة الباذنجانية *Solanaceae*. يعتبـــر كلا النوعين من أقدم النباتات الاقتصادية التى ترجع نشأتها إلى أمريكا الوسطى والجنوبية، وهما من الهجن متعددة الكروموسومات *Amphidiploids*، إذ نـــتج النوع الأول *Nicotiana tabacum* من التهجين بين:

Nicotiana sylvestris Spegazz. et Comes X *Nicotiana tomentosiformis* Goodspeed وهما من الأنواع المنتشرة فـــى بوليفيـــا، والمنطقة الشمالية الغربية من الأرجنتين.

كما أمكن تربية النوع الثانى *Nicotiana rustica* نتيجة التهجين بـــين *Nicotiana paniculata* L. X *Nicotiana undulata* Ruiz et Pav. وهما من الأنواع المتحصل عليها من الجزء الغربى من بيرو.

إلى جانب ما تقدم، يستغل الهنود الحمر مجموعة أخرى من الأنواع التى تنتمى إلى جنس *Nicotiana* كمصدر للتدخين أو المضغ، إذ لا تزال مثل هـذه الأنواع تزرع حتى اليوم على نطاق ضيق.

يتميز كـلا مـن *Nicotiana tabacum, Nicotiana rustica* دون غيرهما من الأنواع الأخرى باحتواء أوراقه على نسبة عالية من قلويد النيكوتين $C_{10}H_{14}N_2$, nicotine، إذ تبلغ هذه النسبة فى أوراق النوع الأول (*tabacum*) ٣%، فى حين تصل فى أوراق النوع الثانى (*rustica*) إلى ٥%. مـن جهـة أخرى، تحتوى أوراق الأنواع الأخرى من جنس *Nicotiana* بـصفة رئيـسية على نور نيكوتين $C_9H_{12}N_2$, nornicotine.

يضم النوع *Nicotiana tabacum* عددا كبيرا من الأصناف، غير أن الاختلافات المورفولوجية بينها تتضاءل فى أهميتهـا بالمقارنـة مـع طريقـة التجفيف، وخواص التربة، وظروف المناخ. التى تعتبر عوامل تشخيصية هامـة ومحددة لنوعية التبغ المنتج.

تنتشر زراعة النوع *Nicotiana tabacum* فـى جميـع دول العـالم تقريبا، إذ تمتد زراعته من خط الإستواء حتى خط عرض ٦٠° شمالا، وخـط عرض ٤٥° جنوبا، إلا أن مناطق الإنتاج الرئيسية تتركز فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية (أكثر من ٨٠%)، حيث يتم إنتاج أفضل أنواع التبغ فى كل من سومطرة وكوبا. تعتبر الصين أكبر الدول المنتجة للتبغ فـى العـالم (٨٠٣٠٠٠ طن)، تليها الولايات المتحدة الأمريكية (٧٩٣٢٢٣ طـن)، والهنـد (٤٠٩٢٠٠ طن)، والبرازيل (٢٥٥٠٠٠ طن)، وروسيا الإتحادية (٢٤٠٠٠٠ طن).

تقتصر زراعة النوع *Nicotiana rustica* بصفة أساسية على روسيا، وبعض الدول الآسيوية مثل تركيا، وإيران، حيث يعتبر هذا النوع مصدرا لإنتاج التبغ المعروف تجاريا باسم tombak أو tonbaco أو تبغ الشيشة أو النرجيلة. تعتبر الولايات المتحدة الأمريكيـة فـى مقدمـة دول العـالم تـصديرا للتبـغ

(٢٧٤٩٦٢ طن)، تليها تركيا (١٢٤٤٨٥ طـن)، والهنـد (٨١٤٠٠٠ طـن)، واليونان (٧٥٤٩٠ طن)، والبرازيل (٦٥٠٠٠ طن)، وبلغاريا (٥٩٠٠٠ طن).

نبات الدخان عشبي حولي، قائم النمو، يتخشب لدى قاعدته بتقدم العمر، ويتفرع في جزئه العلوي. الأوراق بسيطة، كبيرة الحجم، العليا منهـا جالـسة، رمحية إلى مستطيلة الشكل، ذات قمة مستدقة، بينما السفلى معنقة نوعـا، شـبه بيضاوية (شكل ٤١). الأزهار معنقة، توجد في نورات غير محـدودة سـنبلية، الكأس خمس سبلات غير متساوية، رمحية الشكل، ذات قمة حادة، التويج خمس بتلات ملتحمة في أنبوبة تويجية متخشبة نوعا، والأسدية خمس فوق بتلية، ذات خيوط ملتوية إلى حد ما، مختلفة الأطوال، متوكها ذات فصوص حـادة القمـة ملونة وبعضها عقيم. الثمرة علبة capsule عديدة البذور، تكاد تكون متـساوية في طولها لسبلات الكأس.



شكل (٤١): نبات الدخان

الاحتياجات البيئية:

يزرع الدخان تحت ظروف بيئية متباينة، مع مراعاة بعض الأسس العامة المتعلقة ببعض الظروف البيئية. نبات الدخان لا يتحمل ظروف الملوحة العالية، أو الرطوبة، أوراق حساسة جدا للرياح، يستطيع تحمل الحرارة العالية شريطة توفر إحتياجاته المائية، غير أن انخفاض درجات الحرارة عن ٢٠°م يؤدى إلى تأخير النمو تتراوح احتياجاته السنوية من الأمطار بين ٤٠٠مم – ٢٠٠٠ مم أو أكثر كما فى حالة تبغ السيجار، orient tobacco.

يتطلب الحصول على إنتاج عالى، توفر ظروف شمسية جيدة، إلا أن أفضل أنواع تبغ السيجار يحصل عليه فى المناطق الإستوائية ذات الجو الملبد بالغيوم، أو تحت ظروف نمو ظليلة، كما هو الحال فى بيوت النمو الخاصة فى كل من أمريكا وكوبا.

يناسب زراعة الدخان أراض رملية، أو طميية رملية، ذات درجة حموضة تتراوح بين ٥ – ٦,٥ pH، إلا أنه يمكنه النمو أيضا وبنجاح فى أنواع أخرى من الأراضى وإنتاج تبغ جيد المواصفات.

الحصاد وتجهيز المحصول:

تقطف أوراق النبات حال اكتسابها اللون المرغوب، فالأوراق ذات اللون الأخضر الفاتح تصلح لإنتاج تبغ السيجار، أما الأوراق ذات اللون الأخضر المصفر فإنها تناسب تبغ السجاير ذى اللون الفاتح.

وللحصول على عينة الأوراق المطلوبة، يتطلب الأمر قطفها عدة مرات (٤–٥ مرات)، يفصل بين قطعة وأخرى فترات أسبوعية. فى حالة تجفيف الأوراق بطريقة التسخين Flue-curing يجب مراعاة التوقيت المناسب لقطف الأوراق لأن أى ضرر قد يلحق بالأوراق أثناء تجفيفها سوف يؤدى بالتبعية إلى إعاقة الحصول على اللون المرغوب. فى حالة تبغ السيجار، حيث لا توجد ضرورة للون منتظم، أو فى حالة إصفرار الأوراق بطريقة سريعة ومنتظمة كما

هو الحال فى orient tobacco الناتج من أراضى فقيرة، يمكن قطـف الأوراق جميعها مرة واحدة.

يتوقف إنتاج نبات الدخان من الأوراق الجافة إلى حد كبير على نوع التبغ المنتج. ففى حالة orient tobacco يتراوح المحصول بين ٤٠٠-٨٠٠ كجـم للهكتار، فى حين يتراوح المحصول بين ١٠٠٠-٢٠٠٠ كجم فى طرز فرجينيا، أما تبغ السيجار فإن محصوله يصل كحد أقصى إلى ٣٠٠٠ كجم للهكتار.

تحدد طرق التجفيف المختلفة curing خواص التبغ المنتج بكميات كبيرة. فالتبغ ذو اللون الفاتح يحصل عليه فى حالة orient tobacco بالتجفيف الشمسى للأوراق، اما فى حالة تبغ فرجينيا وأنواع تبغ السجائر الأخرى، فإنـه يحـصل عليها بتجفيف الأوراق حراريا flue-curing. يحصل أيضا على تبـغ بعـض الأصناف عن طريق تجفيف أوراقها فى الظل، غير أن الأمر يتطلب فـى هـذه الطريقة أن تكون الأوراق عند حصادها قد بلغت درجة كبيرة من الإصفرار.

فى حالة التجفيف الحرارى flue-curing، تختفى بقايا الكلوروفيل عند درجة حرارة معتدلة (٣٨°م) وتحت ظروف رطوبة جوية عالية وذلـك خـلال فترة تتراوح بين يوم أو يومين. مع ارتفاع الحرارة إلى ٥٠°م وفى وجود هواء جاف خال من الرطوبة، تموت أنسجة الورقة، ويتحول لونها من الأصفر الداكن، إلى البرتقالى المصفر أو المحمر وذلك خلال فترة حوالى ٢٠ ساعة. ولـضمان التجفيف الكامل، ترفع درجة الحرارة لتصبح محصورة بين ٧٠-٧٧°م، وذلـك لمدة يومين.

يحصل على التبغ داكن اللون عن طريق التجفيف البطئ فى الظل، حيث يستغرق ذلك فترة تتراوح بين ٣- ٥ أسابيع، مصحوبا فى ذلـك بالتـسخين أو بدونه. فى هذه الحالة، تظل الأوراق محتفظة بكثير من محتواها الكلـوروفيلى. يرجع اللون الداكن إلى أكسدة المركبات الفينولية بالورقة. وإلى جانـب ظهـور اللون البنى، تحدث عملية إنزيمية أخرى، إذ يحدث تحلل لكـل مـن البـروتين

والكربوهيدرات، فضلا عن هدم جزئى للنيكوتين، وبالتالى فإن الأصناف المتشابهة ذات التبغ داكن اللون، تتميز بخواص تختلف إلى حد كبير عن تلك ذات التبغ فاتح اللون والمتحصل عليه بالتجفيف السريع.

حينما يكون الهواء رطبا جدا فإنه توجد صعوبة فى إتمام عملية التجفيف، إذ ينبغى تحقيق نكهة مميزة أو لون فاتح، وفى هذه الحالة يفضل اللجوء إلى تجفيف الأوراق فى الظل بالتسخين من خلال إشعال النار مع تجنب تعرض الأوراق للدخان، وبذلك تتأثر الأوراق بالحرارة فقط، وهو ما يسمى fire-curing، والتبغ الناتج فى هذه الحالة يصلح لصناعة السجاير، اما تبغ السيجار فإنه يؤخذ بعد التجفيف لكى يتخمر حيث يعبأ فى غرف خاصة لهذا الغرض. أثناء هذه المرحلة، تحدث عمليات تنفس تنشط خلالها إنزيمات خلوية خاصة فضلا عن بعض البكتريا، الأمر الذى يؤدى إلى إرتفاع درجة الحرارة لتتراوح بين ٥٥-٦٠°م. تعاد عملية تعبئة الأوراق وتحزيمها حتى يمكن الوصول إلى حالة تخمر جيدة. تتضمن العمليات البيوكيماوية المختلفة التى تحدث أثناء التخمر، استهلاك الكربوهيدرات فى عمليات التنفس، وتحللا مائيا لكل من البكتينات والبنتوزات والهيميسليلوز، فضلا عن هدم للأحماض الأمينية والقلويدات. وبالتالى، فإن الهدف الرئيسى لعملية التخمر هو تغيير قوام المادة الخام للتبغ (الأوراق) من خلال هدم المركبات البكتينية، فضلا عن نشأة الرائحة العطرية المميزة للتبغ نتيجة تكون مادة nicotiamine أى كامفور التبغ tobacco camphor. توقف عملية التخمر خلال مرحلة مبكرة أو متأخرة تبعا للغرض من استعمال التبغ المنتج.

لا تتم عملية تخمر للتبغ المجفف حراريا أو المجفف بطريقة سريعة orient tobacco، بل يتم إنضاجه من خلال عملية تخزين، لا ترتفع درجة الحرارة أثناءها عن ٣٠°م، وتحدث خلالها تغيرات كيماوية محدودة مثل تحلل السكروز إلى سكريات أحادية مختزلة. فى هذه الحالة، تستغرق عملية نضج واكتمال الرائحة العطرية المميزة للتبغ فترة تتراوح بين عام وعامين.

فيما يختص بأنواع التبغ المحلية، توجد صور مختلفة فى كثير من الدول تتعلق بطرق الحصاد والتجفيف والتخمر، كثير من أنواع التبغ خاصة تبغ البيبة والمضغ، يتم إكسابها الرائحة العطرية صناعيا قبل الإستعمال. وإلى جانب ذلك، يراعى رفع محتوى التبغ من الرطوبة (العصير) وذلك من خلال إضافة سوربيتول، وسكر، وكومارين، وزيوت طيارة.

محتويات أوراق التبغ:

تتميز أوراق الدخان بقلويدات pyridin alkaloids مثل النيكوتين. يتكون النيكوتين nicotine فى جذور النبات، ثم يخزن فى أوراق كثير من أنواع جنس *Nicotiana* وبكميات تصل إلى ١٠%، حيث يكون مصحوبا بأنواع أخرى من القلويدات المشابهة فى تركيبها مثل قلويدات nornicotine, anabasine وهى التى تمثل المكون الرئيسى لخليط القلويدات فى بعض أنواع جنس *Nicotiana*. يعتبر قلويد النيكوتين مميزا خاصا لجنس *Nicotiana*، كما يوجد متراكما فى أنواع اخرى ولكن بكميات ضئيلة وأقل مما فى هذا الجنس. يعتبر النيكوتين الخام سام جدا، ويؤخذ فى جسم الإنسان عند التدخين بكميات قليلة.

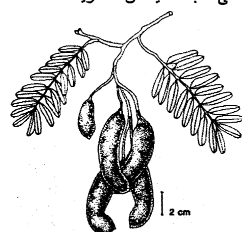
يعتبر nornicotine $C_9H_{12}N_2$ أقل سمية من النيكوتين $C_{10}H_{14}N_2$، أما أنابازين anabasine $C_{10}H_{14}N_2$ والنيكوتين فإنهما متساويان فى درجة السمية تقريبا. يستفاد من بقايا تجهيز التبغ فى استخلاص النيكوتين والاستفادة منه كمبيد حشرى. فى هذا الصدد، تزرع أصناف التبغ التابعة للنوع *Nicotiana rustica* والغنية بمحتواها من النيكوتين (حتى ١٢%) خصيصا لهذا الغرض.

فضلا عما تقدم، تمثل بذور الدخان مصدر الزيت طعام جيد المواصفات يتم استخلاصه فى كل من بلغاريا واليونان والهند.

التمر هندى tamarind

شجرة التمر هندى *Tamarindus indica* L. تتبع العائلة البقمية *Caesalpiniaceae*، ويرجع موطنها الأصلى إلى مناطق إفريقيا الإستوائية الممطرة صيفا. تتركز مناطق زراعتها بصفة رئيسية فى الهند. وهى شجرة مستديمة الخضرة، قد يصل إرتفاعها إلى حوالى ٣٠ متر، تتفرع قريبا من قاعدتها، أوراقها مركبة ريشية زوجية التقسيم (شكل ٤٢أ)، ذات وريقات بيضاوية مستطيلة، كاملة الحافة، ذات قمة مستديرة. توجد الأزهار فى نورات غير محدودة، صفراء أو برتقالية اللون. الثمرة باقلاء legume، تصبح عند النضج بنية اللون، ويبلغ طولها عندئذ حوالى ١٠-٢٠سم، تحتوى على عدد من البذور الكروية أو مستديرة الشكل.

تحتوى الثمرة الناضجة على أحماض عضوية مثل الستريك والطرطريك والماليك، يعزى إليها المذاق القابض الذى يميز الثمار الطازجة. فضلا عن هذا، تحتوى الثمار ايضا على نسبة عالية من السكريات.



شكل (٤٢ أ): نبات التمر هندى

يؤكل لب الثمار طازجا أو بعد تجهيزه فى صورة مشروب ملطف ومنعش ذى قيمة طبية عالية، إذ يعتبر خافضا للحرارة وملينا ومنشطا للكبد. يستفاد من بذور التمر هندى كغذاء، وكمصدر لاستخلاص بعض الصموغ التى توجد مخزونه فى نسيج الإندوسبرم. تصلح الأوراق الحديثة والثمار كنوع من الخضر.

الخروب Carob

شجرة الخروب .*Ceratonia siliqua* L، تنتمى إلى العائلـــة البقميـــة *Caesalpiniaceae*، يرجع موطنها الأصلى إلى مناطق جنوب غرب آســيا، وتنتشر زراعتها فى مناطق شتى من العالم كأشجار زينة. تتركز مناطق إنتاجها الرئيسية فى حوض البحر المتوسط كأشجار مثمرة.

شجرة الخروب مستديمة الخضرة، ثنائية المسكن Dioecious، قد يصل ارتفاعها إلى حوالى ٣٠ متر، أوراقها مركبة ريشية فردية (شكل ب٤٢)، ذات وريقـــات متقابلة، جلدية لامعة بيضاوية الشكل، قد يصل عددها إلى ١٣ وريقة لكل ورقة مركبة. الأزهار صفراء اللون، توجد فى نورات غير محدودة، وحيدة الجـــنس. الثمرة باقلاء legume ذات لون بنى داكن أو أسود، يصل طولها عند النـــضج إلى حوالى ١٠-٢٠سم، وهى ذات لب حلو المذاق يحيط بالبذور. تتمير الثمـــار غير الناضجة بطعم قابض، نظرا لوجود الدباغ ضمن محتوياتها. تبدأ الأشـــجار المؤنثة فى الإثمار عندما يبلغ عمرها حوالى ســـبع ســـنوات، إلا أن محـــصول البذور الجيدة يمكن الحصول عليه عندما يبلغ عمر الشجرة حوالى ٢٠ عاما.

تحتوى الثمار الناضجة على مواد مخاطية ودباغ، بالإضافة إلى مـــواد سكرية تبلغ نسبتها حوالى ٣٠%، وبروتين حوالى ٦%. يستخدم لب الثمار فـــى تجهيز مشروب حلو المذاق ذى قيمة طبية وغذائية عالية. يستفاد مـــن البـــذور كمصدر لاستخلاص بعض الصموغ، كما تستعمل كعلف للماشية.



شكل (ب٤٢): نبات الخروب

الكولا Kola

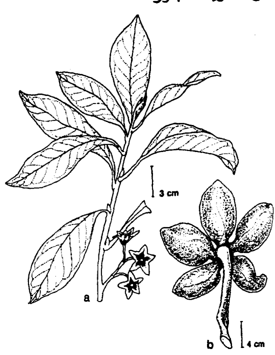
يضم جنس الكولا نوعين هما *Cola acuminata* (Beauv.) Schott، *Cola nitida* (Vent.) schott ينتميـــان إلـــى العائلـــة الاســـتركولية *Sterculiaceae*.

شجرة الكولا *Cola acuminata* موطنها الأصلى وسط وغرب إفريقيا الإستوائية، حيث تستخدم الأشجار البرية على نطاق ضـــيق كمـــصدر لإنتـــاج البذور. تقتصر مناطق زراعتها على نيجيريا فقط. الشجرة مستديمة الخـــضرة، يصل ارتفاعها إلى حوالى ٢٥ متر، أوراقها بسيطة، بيضاوية الـــشكل، كاملـــة الحافة، ذات قمة حادة. الأزهار توجد فى نورات عنقودية إبطية. الكأس والتويج خماسى الأوراق الزهرية. الطلع عديد الأسدية ذات الخيوط الملتحمة فى أنبوبـــة سدائية، والمتاع خمس كرابل ملتحمة، والبويضات عديدة ذات وضـــع مـــشيمى مركزى. الثمرة عبارة عن مجموعـــة جرابيـــات Aggregate of follicles ، تتكون كل ثمرة من خمس ثميرات، بكل ثميرة ٥-٨ بذور بيضاوية الشكل، ذات لون أحمر مائل للبنى.

تحتوى البذور على كافيين Caffeine وهى المادة الفعالة بها ذات التأثير المنبه. تستخدم بذور الكولا فى صناعة المشروب المعروف بالكولا فضلا عـــن التأثير المنشط للقلب الذى يرجع إلى وجود جليكوسيد الكولانين Colanin، النوع الثانى من الكولا *Cola nitida* يرجع موطنه الأصـــلى إلـــى غـــرب أفريقيـــا الإستوائية، ويعتبر إلى حد كبير أهم أنواع جنس الكولا. يزرع على نطاق واسع خاصة فى نيجيريا، فضلا عن البرازيل، وجزر الهند الغربيـــة. يبلـــغ متوســـط الإنتاج السنوى من ثمار الكولا ٣٠٠٠٠ ثميرة للهكتار، يمكن أن تتضاعف عشر مرات عن طريق زراعة الأشجار المنتقاة. تعتبر بذور الكولا ســـلعة تـــصديرية هامة تصدرها كل من نيجيريا وجزر الهند الغربيـــة إلـــى الولايـــات المتحـــدة الأمريكية.

الثمرة عبارة عن مجموعة جرابيات، تتكون كل منها من خمس ثميرات (شكل ٤٣)، وكل ثميرة تحتوى على عدد من البذور يتراوح بين ٥- ٨ بـذور بيضاوية الشكل ذات لون بنى محمر.

تحتوى البذور على كافيين كمادة فعالة تبلغ نسبتها حوالى ٢,٥%. فـى حالة استعمال البذور للمضغ، يكون طعمها مرا فى أول الأمر سرعان ما يصبح حلوا أثناء المضغ، نتيجة انفراد الشق السكرى بعد تحلل جليكوسـيد Colanin الموجود أصلا ضمن محتويات البذور.



شكل (٤٣): نبات الكولا: a فرع مزهر، b ثمرة

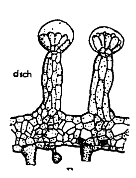
يحصل على المنتج التجارى للكولا والمستخدم فى صـناعة مـشروب الكولا بصفة رئيسية من فلقتى الجنين، وذلك بعد استبعاد قصرة البـذرة خـلال عملية تخمر البذور.

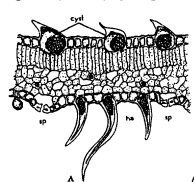
تعتبر بذور الكولا ذات قيمة طبية، نظرا لتأثير الكولانين المنشط للقلب.

القنب الهندى Indian Hemp

القنب الهندى *Cannabis sativa* ssp. *indica* (Lam.) Small et Cronq. ينتمى إلى العائلة التوتية *Moraceae*، ويرجع موطنه الأصلى إلى جنوب شرق روسيا، والهند، وجنوب غرب آسيا. يزرع منذ آلاف السنين فى الهند، وبعض دول الشرق الأوسط نظرا لأهميته الطبية والتجارية حيث أمكن إستنباط تحت النوع ssp. *indica* فى جنوب آسيا بغرض إنتاج الراتنج المعروف تجاريا بالحشيش Hashish.

نبات القنب الهندى حولى عشبى، يصل ارتفاعه إلى حوالى خمسة أمتار، أوراقه مركبة راحية، يتراوح عدد وريقاتها بين ٥-٧ وريقات رمحية الشكل، ذات حافة مسننة. الأوراق السفلى متقابلة، أما العليا فهى متبادلة. تتميز أوراق النبات بوجود حويصلات حجرية Cystolith تتوزع فى خلايا البشرة العليا، فضلا عن وجود شعيرات وحيدة الخلية، تنمو على السطح السفلى للورقة (شكل ٤٤).





شكل (٤٤): نبات القنب الهندى

A قطاع عرضى فى ورقة ذات حويصلات حجرية (Cyst) sp ثغور، ha شعيرات.

B أوراق قنابية ذات حراشيف غدية (dsch).

الأزهار وحيدة الجنس، توجد فى نورات تتكشف فى آباط أوراق خضرية صغيرة الحجم. تتميز الأزهار بغياب أو عدم وضوح أوراق الغلاف الزهرى. الطلع والمتاع خماسى الأوراق الزهرية. يفرز الراتنج من شعيرات غدية، عديدة الخلايا، ذات عنق ورأس مفرزة (شكل ٤٤)، يتركز وجودها داخل

نطاق النورات المؤنثة على قنابات الأزهار، حيث يتجمع الإفراز فـي المنطقـة المحصورة بين الأدمة cuticle والجدر الخارجية لخلايا البشرة. يزهـر نبـات القنب صيفا، حيث تقطف النورات المؤنثة قبل تفتح أزهارهـا، وكـذلك القمـم الزهرية، وما يرتبط بها من أوراق خضرية، لاسـتخلاص الـراتنج بإسـتخدام الكحول الساخن.

أوضحت التجارب التى أجريت حديثا علـى نبـات القنـب أن كميـة المركبات الفعالة فى راتنج القنب تحددها بالدرجة الأولى، عوامل وراثية، فضلا عن عوامل أخرى خارجية وبيئية مثل، طول فترة النمو الخضرى، والـضوء، والحرارة، يتراوح محتوى النورات المؤنثة من الراتنج بين ١٥-٢٠%، فـضلا عن كمية محدودة من زيت طيار تفرزه شعيرات غدية تنتشر على أعضاء النبات الخضرية والزهرية، هذا، إلى جانب خليط من مركبات فينولية.

المركبات الفعالـة فـى راتـنج القنـب عبـارة عـن خلـيط مـن مركبـات tetrahydrocannabinol خاصة مركب (THC) أى Δ9-tetrahydrocannabinol الذى يعتبر المركب الفعال فى هـذا الخلـيط. هـذا بالإضـافة إلـى حـامض cannabidiol الذى يستفاد من خواصه كمضاد حيوى. تعزى الرائحة المميـزة للحشيش إلى وجود مادة caryophyllenepoxid التى تمثل أحد مكونات الزيت الطيار فى نبات القنب.

يطلق اصطلاح حشيش hashish على الراتنج resin الناتج من النورات المؤنثة، أما لفظ marihuana فإنه يعبر عن خلـيط مـن النـورات المؤنثـة والأوراق المرتبطة بها، المجففة والمطحونة، ويتميز بمحتوى قليل مـن المـواد الفعالة.

فضلا عما تقدم، تقطف الأوراق، والقمـم الزهريـة الحديثـة، مـذكرة ومؤنثة، طازجة أو مجففة، لإعداد بعض المعاجين، وتجهيـز مـشروبات عـن طريق نقع مطحون الأوراق والنورات المجففة فى الماء، وهو ما يعرف بالبانجو

bhang. كما يستخدم راتنج القنب الهندى فى مجال العقاقير كمهـدئ ومنـوم، نظرا لتأثيره المهدئ على الجهاز العصبى.

جدير بالذكر، أنه يوجد تحت نوع آخر من القنب يـسمى *Cannabis sativa ssp. sativa* A. DC.، يرجع موطنه الأصلى إلى وسط آسيا، حيـث يوجد منزرعا فى المناطق المعتدلة الشمالية من آسيا. وهو نبات حولى يـزرع لإنتاج ألياف ساقية، يحصل عليها بالتعطين، قد يصل طول الليفة إلى ٢ متر تبعا لطول الساق. تتميز هذه الألياف بإنخفاض مرونتها، غير أنها عاليـة المتانـة، وتصلح لصناعة الحبال وشباك الصيد. فضلا عن هذا، يستفاد من بـذور هـذا النبات لاستخلاص زيت ثابت جيد المواصفات.

القات Ciat

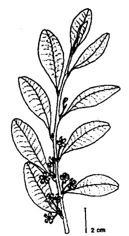
شجيرة القات *Catha edulis* (Vahl) Forsk. ex Endl. تنتمى إلـى العائلة *Celastraceae*، ينتشر فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية، خاصة إثيوبيا، وكينيا، واليمن. يستفاد من أوراق النبات، طازجة أو مجففة، فى المضغ، حيث يستعمل كمادة منشطة ومنعشة بصورة متزايدة فى شرق إفريقيا والـيمن. تحتوى الأوراق على المواد الفعالة التالية:

Cathidin, cathinin, cathin، بالإضافة إلـى كـافيين Caffeine. جـدير بالذكر، أن تجفيف الأوراق أو تلف الأفرع الغضة يؤدى إلى خفض تأثير المادة الفعالة بمقدار خمس مرات، الأمر الذى يفسر صلاحية الأوراق فـى صـورتها الطازجة فقط للمضغ، فضلا عن عدم جدوى الإستفادة منهـا خـارج منـاطق زراعتها.

الكوكا Coca

يوجد نوعان من الكوكا همـا *Erythroxylum novogranatense* (Morris) Hieron, *Erythroxylum coca* Lam. ينتميـان إلـى العائلـة *Erythroxylaceae* من ذوات الفلقتين. تتركز مناطق إنتشار كل من النوعين فى

أمريكا الجنوبية، حيث تستعمل أوراقهما فى المضغ، وذلك بعد خلطهـا بـبعض الأملاح أو الكالسيوم، الأمر الذى يحد من الشعور بالجوع والعطـش. تحتـوى أوراق النبات (شكل ٤٥) على الكوكايين cocaine كمادة فعالـة، ويـستخلص سنويا ٢٥٠٠ كجم كوكايين من أوراق النوع *Erythroxylum coca* للإستفادة منها فى الأغراض الطبية.



شكل (٤٥): نبات الكوكا: فرع مزهر وأوراق خضرية

الكركديه roselle , Karkadeh

ينتمى الكركديـه *Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa* إلـى العائلة الخبازية *Malvaceae*، ويرجع موطنه الأصلى إلـى منـاطق إفريقيـا الإستوائية الممطرة صيفا. يوجد منه طراز آخر لإنتاج الألياف هو *Hibiscus sadbariffa* L. var. *altissima* Wester

نبات الكركديه حولى، قائم، يتراوح إرتفاعه بين ١,٥ – ٢ متر، أوراقه بسيطة، مفصصة راحيا، خشنة، متبادلة (شكل ٤٦) تتميـز الـسيقان والأوراق والأزهار بلون أحمر أرجوانى. الزهرة مفردة، خنثى، منتظمة، تتميـز بوجـود محيط تحت كأس epicalyx يتركب من عدد من القنيبـات. الكـأس والتـويج خماسى الأوراق الزهرية، والطلع يتركب من عديد من الأسـدية التـى تلـتحم

خيوطها فى أنبوبة سدائية، وهى فوق بتلية. الثمرة علبة capsule تتفــتح عنــد نضجها مسكنيا وتحتوى على عديد من البذور.

عندما يزهر نبات الكركديه، تفصل قنيبات الكأس وتحــت الكــأس ذات اللون الأرجوانى ثم تجفف وتعد للتسويق، حيث تستعمل فــى إعــداد مــشروب طازج غنى فى محتواه من فيتامين C، فضلا عن الاستفادة منهــا فــى عمــل الجيلى، تصلح الأوراق الزهرية لكل من محيطى الكأس وتحت الكــأس أيــضا لتجهيز مشروب ساخن يشبه الشاى، ذو تأثير خافض لــضغط الــدم. تــستعمل سبلات الكأس لحمية القوام، ذات اللون الأحمر كنوع من الفاكهة، نظرا لمحتواها العالى من الأحماض العضوية، والمخاط وبعــض أمــلاح الكالــسيوم، فــضلا جليكوسيد هيدوكلوريد الهيبسين، ومواد ملونة يستفاد منها كــصبغات طبيعيــة. يستفاد أيضا من أوراق الكركديه الخضراء كنوع من الخضر، كما تتميز بذوره بقيمة بيولوجية تماثل نظيرتها فى بذور السمسم.



شكل (٤٦): نبات الكركديه: قنابات الكأس وتحت الكأس لحمية القوام.

العرقسوس Licrorice أو Sweer wood

ينتمى العرقسوس .*Glycyrrhiza glabra* L إلـــى العائلـــة الفراشـــية *Fabaceae*، موطنه الأصلى حوض البحر المتوسط وجنـــوب غـــرب آســـيا، وتنتشر زراعته فى مناطق جنوب وشرق أوروبا، وغرب سيبيريا، ووسط آسيا، وجنوب وغرب حوض البحر المتوسط.

نبات العرقسوس شجيرى معمر، سيقانه قائمة ريزومية. الساق القائمـــة متخشبة نوعا، يصل ارتفاعها إلى حوالى مترين، أما الريزوم فهى ذات جـــذور عرضية غزيرة التفرع. الأوراق مركبة ريشية، ذات وريقات بيضاوية الـــشكل، كاملة الحافة، ذات لون أخضر فاتح. الأزهار تتكون فى تجمعات زهرية تتكشف فى آباط الأوراق. الثمرة باقلاء legume.

يجهز العرقسوس عن طريق جمع الريزومات وما يرتبط بها من جذور عرضية، وذلك عندما يبلغ النبات من العمر حوالى ٣-٤ سنوات، نظرا لانخفاض كميـــة وقيمة المحصول خلال الأعمار المبكرة. يفضل جمع الجذور والريزومات خلال أواخر الصيف وبداية الخريف، حيث يقل معدل سريان العصارة النباتيـــة، ثـــم تنظف، وتجفف، ويتم تقطيعها إلى قطع يتراوح طول الواحدة منها بـــين ٣٠ - ٤٠سم. تجرش الجذور والريزومات بعد تقـــشيرها وبالتـــالى ينـــتج مطحـــون العرقسوس الذى يصبح جاهزا للإستعمال. يستفاد من مطحون العرقسوس لإعداد مشروب منعش حلو المذاق وذلك بإضافة نصف ملعقة صغيرة مـــن مـــسحوق الكربونات إلى كمية من المطحون مقدارها ١٠٠ جرام، بهدف تلوين المـــشروب واكسابه لونا داكنا. تضاف كمية مناسبة من الماء إلى المخلـــوط الـــسابق مـــع التقليب، ثم يترك الخليط فترة حوالى نصف ساعة للتخمر، حيث يحـــدث تحلـــل مائى، يتكون بموجبه أملاح صوديوم مع حامض جليسرهيزيك glycyrrhetin، وســـكروز، ونـــشا. يعـــزى الطعـــم الـــسكرى للعرقـــسوس إلـــى جليكوســـيد glycyrrhizine أكثر المواد الفعالة المعروفة ضمن محتويات ريزومات وجذور

العرقسوس، وهــو ينتمـــى إلـــى مجموعـــة الـــصابونينات ثلاثيـــة التـــربين triterpensaponins. يرشح المخلوط المتخمر مع إضـــافةالماء بـــبطء حتـــى يكتسب الراشح لونا بنيا فاتحا، يصبح معه جاهزا للتداول. يعزى تكون رغـــوة عند سكب مشروب العرقسوس المجهز إلى وجود الصابونين ضمن مكوناته.

يستفاد من العرقسوس كمشروب منعش ذو تأثير ملين، وكعلاج للكحـــة، وملطف للأغشية المخاطية. تستغل الكمية الرئيسية من مطحون العرقسوس فـــى إكساب التبغ رائحته العطرية المطلوبة، فضلا عن الإستفادة منه فـــى صـــناعة الحلوى. فى انجلترا يضاف العرقسوس إلى مشروب البيرة لتحسين صفاتها من خلال الرغوة التى تتكون نتيجة احتواء جذور العرقسوس على صابونينات.

المغات Moghat

المغات *Glossostemon bruguieri* ينتمى إلى العائلة الاســـتركولية *Sterculiaceae*، وهو نبات عشبى معمر، اوراقه بسيطة، بيضاوية، ذات لون أخضر فاتح.

تستخدم الجذور بعد تقشيرها وتجفيفها فى إعداد مشروب، حيـــث يـــتم طحنها فى صورة مسحوق ناعم، ذهبى اللون يتميز هذا المشروب بإرتفاع قيمته الغذائية، نظرا لاحتوائه على سكريات ودهون واملاح معدنية، فضلا عن مـــواد غروية بكمية وافرة، ومقادير ضئيلة من مواد دباغية وأليـــاف، ولـــذلك يعتبـــر مرغوبا فى حالات الولادة ومرحلة النفاس.

الزيوت الطيارة Volatile or Essential oils

الزيوت الطيارة، عبارة عن مواد تتميز برائحتها العطرية، وتطايرها عند تعرضها للهواء الجوى دون أن تتحلل على درجة الحرارة العاديـة، ولا تتـرك بقعة دهنية على ورق الترشيح، وليس لها ملمس دهنى. من الناحية الكيماويـة، الزيوت العطرية (الطيارة) عبارة عن مزيج من مركبات أحادية التـربين فـى صورة هيدروكربونات أو مشتقات أكسجينية مثـل الكحـولات، والألدهيـدات، والكيتونات، واسترات أحماض دهنية قصيرة السلسلة. كما تتركب بعض الزيوت الطيارة من هيدروكربوات فقط مع قليل من المشتقات الأكسجينية مثـل زيـت التربنتين، كما يتركب البعض الآخر من مشتقات أكسجينية فقـط مثـل زيـت القرنفل. فضلا عن ذلك، تحتوى بعض الزيوت الطيارة أيضا علـى مركبـات إندولية وأخرى كبريتية مثل زيت الخردل. لا تتصبن الزيـوت الطيـارة مـع القلويات، ولا تتزنخ عند تعرضها للهواء الجوى، إلا أنها تتبلمر وتتحـول إلـى راتنجات فى حالة تعرضها للضوء.

تمثل الزيوت الطيارة نواتج ثانوية لعمليات التحول الغذائى فى النبـات، حيث يوجد حوالى ٢٥٠٠ صنف من النباتات المعروفة والمنتجة لزيوت طيارة، إلا أنه يستفاد من حوالى ١٠٠ صنف فقط لاستخلاص الزيوت الطيارة، أغلبهـا يستعمل أحيانا وبكميات قليلة فى صناعة العطور، كما يوجد حوالى ٤٠ صـنفا تستعمل بكميات كبيرة وبصورة منتظمة فى نفس الغرض.

تنتشر الزيوت الطيارة فى أعضاء نباتية مختلفة، إذ تتكون فى الغـشاء البلازمى للخلية، وتخزن فى أعضاء تختلف من نبات لآخر. فقـد تخـزن فـى شعيرات البشرة الغدية التى تتوزع فى كل من الأوراق والأزهـار والأغـصان الغضة، وقد تخزن فى قنوات إنفصالية داخلية (ثمار العائلة الخيميـة)، أو فـى قنوات انفصالية (غلاف ثمار الموالح)، وقد توجد موزعة فى خلايا بارنكيميـة ضمن خلايا النسيج الأساسى (ريزوم الزنجبيل).

وبصفة عامة، تخزن الزيوت الطيارة فى أعضاء وأجزاء مختلفة من النبات على النحو التالى:

١- القلف كما فى القرفة.

٢- الريزومات كما فى الكركم والزنجبيل.

٣- الأوراق كما فى النعناع أو العطر.

٤- البراعم الزهرية كما فى القرنفل العطرى.

٥- بتلات الأزهار كما فى الورد والبنفسج والياسمين.

٦- البذور كما فى الحبهان.

٧- الثمار كما فى الموالح والعائلة الخيمية.

٨- نسيج الخشب كما فى الصندل والسيدر.

أهمية الزيوت الطيارة للنبات:

يحتمل أن تقوم الزيوت الطيارة بالوظائف التالية:

١- تساعد فى اجتذاب الحشرات لتلقيح الأزهار.

٢- تقى النبات من الحيوانات والطفيليات، أى كمواد طاردة.

٣- تحد من أثر الحرارة على النبات، الأمر الذى يؤدى إلى خفض معدل النتح، وبالتالى تساعد النبات على الإحتفاظ بمحتواه المائى.

الأهمية الإقتصادية للزيوت الطيارة فى الحياة العملية:

١- إنتاج العطور ومستحضرات التجميل، وبعض السوائل لمقاومة الحشرات، فضلا عن صناعة العقاقير الطبية.

٢- تحسين نكهة بعض الأطعمة والمشروبات.

٣- يستفاد منها كمذيبات لبعض الصبغات اللازمة للدراسات البيولوجية، وكمصدر للرائحة فى صناعة اللدائن، وفى مجالات صناعة الجلود، وشموع الإضاءة، والمطاط، وكذلك فى صناعة معاجين الأسنان، نظرا لتأثيرها المطهر، ولتحسين الطعم

إستخلاص الزيوت العطرية:

تختلف طريقة الإستخلاص تبعا للصورة التى يوجد عليها الزيت بالعضو أو النسيج النباتى، ونوع الجزء المخزن للزيت ونسبة محتواه من هــذا الزيــت، فضلا عن مدى ثبات الزيت عنــد عمليــة الإســتخلاص. وتــتلخص طــرق الإستخلاص فيما يلى:-

١- التقطير Distillation

تستخدم هذه الطريقة لإستخلاص الزيوت الطيارة التى لا يتأثر تركيبهــا الكيماوى بالحرارة العالية، إذ يستخدم بخار الماء لحمل الزيت من أنسجة الجزء النباتى الخازن له، ثم تكثيف البخار حيث يتجمع الزيــت فــوق ســطح المــاء، وبالتالى يفصل الزيت بعد ذلك ويرشح ويجفف. ومن أمثلة الزيوت المستخلصة بهذه الطريقة زيوت أوراق العطر Geranium oil وزيــت أزهــار النــارنج Neroli oil، وزيت أوراق حشيــشة الليمــون Lemon-grass oil، وزيــت الكافور Eucalyptus oil الذى يحصل عليه من أوراق نبات الكافور، وزيوت أوراق بعض نباتات العائلة الشفوية *Lamiaceae* مثل النعناع Mint، والريحان Sweet basil، حصا لبان Rosemary، والبردقوش Marjoram.

٢- المذيبات العضوية

تستخدم هذه الطريقة لاستخلاص الزيوت العطرية عالية القيمة، والتــى توجد بتركيزات منخفضة فى الأجزاء النباتية الخازنة لها، خاصة الأزهار، مثل زيوت أزهار النرجس *Narcissus* والبنفــسج *Viola* والياســمين *Jasmine*. من أمثلة المذيبات العضوية الطيارة المستخدمة فــى هــذه الطريقــة، البنــزين والهكسان والإثير البترولى.

٣- الإمتصاص الدهنى Enfleurage

تستخدم هذه الطريقة أيضا لإستخلاص الزيوت الطيــارة مــن معظــم الأزهار، خاصة الزيوت عالية القيمة، مثل زيت البنفسج والفل والورد.

فى هذه الطريقة، تستخدم ألـــواح مـــن الزجـــاج ذات أبعـــاد حـــوالى ٦٠×٩٠سم، وتحاط بإطار من الخشب. تغطى ألواح الزجاج بطبقة سمكها حوالى ٥سم، تتركب من مخلوط من دهون الخنزير والأبقار والماعز بنسبة ٥٥ : ٤٠ : ٥. توضع الأزهار أو بتلاتها فوق طبقة الدهن لفترة تتراوح بين يوم إلى ثلاثـــة أيام تبعا للنوع النباتى وطبيعة العينة المراد إستخلاص الزيت منها. قـــد تغطـــى العينة النباتية بلوح زجاجى آخر مغطى بالدهن المنصهر. ترفع الأزهـــار بعـــد ذلك، ويوضع غيرها من نفس النوع. تكرر العملية حتى يتشبع الـــدهن بالزيـــت الطيار، وهو ما يطلق عليه لفظ pomade أى الدهن المـــشبع بالزيـــت الـــذى يستخلص منه الزيت بعد ذلك بواسطة الكحول النقى.

٤- التحلل المائى بالإنزيمات أو الأحماض

تستخدم هذه الطريقة لاستخلاص الزيوت الطيارة التى توجد فى صورة جليكوسيدات مثل زيت الخردل الأسود *Brassica nigra* من العائلة الـــصليبية *Brassicaceae*، حيث يوجد الزيت فى صورة جليكوسيد يعـــرف بالـــسنجرين sinigrin الذى يتحلل مائيا بواسطة إنزيم ميروســـنيز myrosinase وينفـــرد الزيت الطيار.

كما تستخدم هذه الطريقة أيضا لإستخلاص الزيت الطيار من بذور نبات اللوز المر والذى يعرف بالنزلدهيد، إذ يتواجد الزيت فى البـــذور فـــى صـــورة جليكوسيد يعرف بالأميجدالين *amygdalin* والذى يتحلل مائيا بواســـطة إنـــزيم إملسين emulsin.

٥- الإستخلاص بطريقة ميكانيكية

تستخدم هذه الطريقة لإستخلاص الزيت الطيار، إما عن طريق الـــضغط أو الوخز، كما فى حالة الزيت الطيار الموجود فى الغدد الزيتية لثمار المـــوالح، حيث يوجد الزيت فى غدد تنتشر فى غلاف الثمرة تمثـــل قنـــوات أو فجـــوات إنقراضية. فى هذه الطريقة تبشر الطبقة الخارجية من الغلاف الثمرى حيث توجد

الغدد الزيتية العديدة، وتوضع فى أكياس من القماش حيث تعرض لضغط مناسب داخل مكابس معدة خصيصا لهذا الغرض. بعد ذلك، يغسل مخلوط الزيت وبقايا أغلفة الثمار بالماء، حيث ينفصل الزيت على سطح الماء، وبالتالى يمكن فصله.

تعتبر زيوت الموالح فى مقدمة الزيوت الطيارة من حيث قيمتها وكميتها المنتجة. يحصل على هذه الزيوت من الغدد الزيتية المنتشرة فى الطبقة الخارجية لغلاف الثمرة فى كل من نباتات الليمون lime واليوسفى mandarine والجريب فروت grapefruit والليمون الأضاليا bergamotte، كما تستخلص زيوت طيارة أيضا من الأوراق كما فى الليمون والبرتقال والنارنج والأضاليا واليوسفى، ومن الأزهار، مثل زيت البرتقال، وزيت النارنج Neroli oil.

تأتى الزيوت الطيارة المستخلصة من النجليليات فى المرتبة الثانية بعد زيوت الموالح. من أمثلة هذه الزيوت، زيت السترونيللا citronella oil، وزيت حشيشة الليمون lemon-grass oil، وزيت نجيل الهند Vetiver oil، Giner-grass oil.

كما توجد بعض الزيوت الطيارة الأخرى التى تستعمل بكميات كبيرة نسبيا، مثل زيت القرنفل Clove oil، وزيت الكافور Eucalyptus oil، وزيوت الأنواع المختلفة للنعناع Mint oils، وزيت خشب الورد Rose oil، وزيت Patchouli oil، وزيت اللافندر Lavandin, Lavender oil، وزيت جوز الطيب Nutmeg oil، وزيت العطر Geranium oil، وزيت حصا لبان Rosemary oil، وزيت خشب الصندل Sandal wood oil، وزيت الكاسيا Cassia oil.

أما من حيث القيمة السعرية للزيوت الطيارة، فإنه يمكن تقسيمها إلى المجموعات التالية:

أ- زيوت غالية جدا، مثل زيت أزهار النارنج، وزيت جذور ريزومات الإيرس، وزيت الورد، بالإضافة إلى بعض زيوت الأزهار قليلة الاستعمال.

ب-زيوت متوسطة الأسعار، مثل زيت العطر، وزيت خشب الصندل، وزيت ثمار الليمون الأضاليا، وزيت النعناع الفلفلى جيد المواصفات، وزيت يلانج-يلانج الذى يحصل عليه من أزهار شجرة يلانج *Cananga odorata* من العائلة القشطية *Annonaceae* ، وزيت نجيل الهند Vetiver oil.

ج-زيوت رخيصة الثمن، مثل زيت اللافندر الهجين، وزيت Patchouli، وزيت الكاسيا، وزيت خشب الورد.

د- زيوت رخيصة جدا، مثل زيت السترونيللا، وزيت الكافور، وزيت الكامفور، وزيت بذر اللوز المر.

تعتبر الزيوت الطيارة من المنتجات النباتية التى يلقى إنتاجها فى الدول النامية كثيرا من الصعاب، ويعزى ذلك إلى الأسباب التالية:

١- تتسم الزيوت الطيارة غالية الثمن بسوق محدودة، كما تتطلب غالبا، كثيرا من الخبرة الفنية لتجهيزها بحيث تصبح قادرة على المنافسة.

٢- الزيوت الطيارة رخيصة الثمن لا تحقق عائدا مجزيا للمنتج، كما تلقى منافسة شديدة من الصناعات الكيماوية، الأمر الذى يستلزم توفر طرق إنتاج عالية الكفاءة لكى تحقق نجاحا إقتصاديا.

٣- وجود عدد قليل من الشركات الاحتكارية التى تتحكم فى شراء الزيوت المنتجة.

٤- تتأثر صفات جودة الزيوت الطيارة بدرجة ملحوظة بكل من عوامل المناخ والتربة والصنف المنزرع، إذ أن الزيوت التى لاتتوفر فيها المواصفات التجارية المألوفة، تتأثر أسعار بيعها سلبا بدرجة كبيرة.

٥- يتأرجح الطلب دائما، وبدرجة كبيرة على الزيوت الطيارة، مثلا، تزايد الطلب على السترال Citral من زيت حشيشة الليمون lemon-grass خلال فترة الخمسينات نظرا لاحتوائه على فيتامين A، إلا أنه ومنذ أمكن

تحضير السترال وفيتامين A صناعيا، فقد انخفض سـعر زيـت حشيـشة الليمون بدرجة ملحوظة.

تعتبر الزيوت الطيارة متوسطة الأسعار ذات أهمية للدول النامية المنتجة لها بكميات كبيرة على المستوى التجارى. كما أن هذه الزيوت تمثل أهمية خاصة فى مجال توفير فرص عمل، خاصة الزيوت التى يتطلب تجهيزها كثيـرا مـن الأيدى العاملة، مثلما هو الحال فى معظم زيوت الأزهار.

من المزايا الأخرى التى توفرها زراعـة النباتـات المنتجـة للزيـوت الطيارة، حماية التربة الزراعية من الإنجراف، فضلا عن الإستفادة مـن بقايـا النباتات فى مجال أعلاف الماشية مثل أنواع حشيشة الليمون.

من جهة أخرى، فى حالة النباتات التى تمثل الزيـوت الطيـارة أحـد منتجاتها الثانوية، مثل الموالح، والتوابل، و النباتات الطبية، والتى تقدر بأسـعار معقولة، يمكن لبعض الدول النامية المنتجة لها الدخول إلى الأسواق العالمية.

وفيما يلى عرض موجز لأهم النباتات التى تزرع بصفة رئيسية لإنتـاج الزيوت الطيارة:

العائلة الخبازية *Malvaceae*

تضم هذه العائلة ١٥٠٠ نوع، تنتشر فى المناطق الإستوائية والجـارة. معظمها أعشاب وشجيرات، الأوراق بسيطة، مفصصة راحيا، ذات أذنات مبكرة التساقط. الأزهار مفردة، أو فى نورة عنقودية، أو محدودة، خنثـى، منتظمـة، تتميز بوجود محيط تحت كأس epicalyx فى معظم الأنواع، عدا جنس الجوت المنشورى *Abutilon*.

الأسدية عديدة، تلتحم خيوطها معا مكونة أنبوبـة سـدائية staminate tube فى حين تظل المتوك منفصلة. تلتحم قواعد الأنبوبة السدائية مـع قواعـد البتلات (أسدية فوق بتلية epipetalous stamens). يتركب المتاع أحيانا، من عديد من الكرابل والتى قد يصل عددها إلى ٥٠ كربلة تلتحم معا، ويتطور عنها

ثمرة منشقة خبازية Carcorolus كما فى جنس *Malva,* حيث تنفصل الثمـــرة عند تمام نضجها إلى أجزاء وحيدة البذرة. قد يتطور عن المتاع عديد الكرابـــل الملتحمة ثمرة علبة Capsule تتفتح عند نضجها مـــسكنيا loculicidal حيـــث يحتوى كل مسكن على عدد من البذور كما فى جنس القطن *Gossypium*.

نبات المامسك *Abelmoschus moschatus* Medik.

يستخلص الزيت الطيار ambrette seed oil من بذور النبات. تنتـــشر هذه النباتات فى المناطق الإستوائية خاصة جزر الهند الغربية. يستخلص الزيت من البذور بواسطة التقطير المائى البخـــارى، أو عـــن طريـــق الإســـتخلاص بالمذيبات العضوية. يستفاد من زيت البذور فى صناعة المشروبات والعطـــور. كما يستفاد من البذور أيضا كمواد تصديرية فى صـــورة musk pods, musk grains. فضلا عما تقدم، يستفاد من السيقان كمصدر لألياف تستخدم محليا.

العائلة الآسية *Myrtaceae*

تضم هذه العائلة ٣٠٠٠ نوع، تنتشر فى المنـــاطق الإســـتوائية غالبـــا. نباتاتها أشجار خشبية أو أعـــشاب، تتميـــز بـــالحزم الوعائيـــة ذات الجـــانبين bicollateral bundles. الأوراق بسيطة، غالبا متقابلة، ذات أذنات أثريـــة أو غائبة. الزهرة مفردة، محيطية إلى علوية، خنثى، منتظمة، ذات كـــاس وتـــويج رباعية الأوراق الزهرية غالبا. الطلع عديد الأسدية المنفصلة، وقد يقـــل عـــدد الأسدية عن ذلك كثيرا (٤ + ٤). المتاع يتركب من أربـــع كرابـــل ملتحمـــة، والمبيض ذو أربعة مساكن. يحدث الإلتحام على امتداد أجزاء الكربلـــة وحتـــى الميسم. البويضات عادة تكون عديدة، ذات وضع مشيمى مركزى. البذور عديمة أو قليلة الإندوسبرم.

تمثل نباتات العائلة الآسية أهمية خاصة فى مجـــال التوابـــل والعقـــاقير الطبية، نظرا لاحتوائها على زيوت طيارة تتركب بصفة رئيسية مـــن تربينـــات

أحادية، أو سيسكوتربينات، ونادرا مشتقات فينايل بروبان. تخزن هذه الزيــوت الطيارة فى تجاويف إنفصالية إنقراضية بالورقة. تتميز العائلة الآسية أيضا بكثرة إنتاجها للدباغ والفينولات العديدة، فضلا عن تربينات ثلاثية توجد بكثـرة فـى نسيجى القشرة والخشب الثانوى، وتمثل مكونات للشمع المستخلص من الأوراق والأزهار.

تمثل بعض أنواع جنس الكافور *Eucalyptus* أهـم مـصادر إنتـاج الزيوت الطيارة فى العائلة الآسية، إذ يوجد من هذا الجنس حـوالى ٧٠٠ نـوع تنتشر فى إستراليا، حيث موطنها الأصلى. وفيما يلى أهم هذه الأنـواع إنتاجـا للزيوت الطيارة:

Eucalyptus citriodora Hook.

يستخلص الزيت الطيار citriodora oil من أوراق النبـات، تتركـز مناطق إنتاجه الرئيسية فى روسيا الإتحادية، والهند وزائير والبرازيل، والصين. يزرع هذا النبات فى كثير من المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية:

يستفاد من الزيت الطيار فى صناعة العطور، إذ يتراوح محتـواه مـن سترونيللال Citronellal بين ٦٠ – ٨٠%.

Eucalyptus globulus labill.

يستخلص الزيت الطيار globulus oil من أوراق النبات. تتركز مناطق زراعة هذا النبـات بـصفة رئيـسية فـى البرازيـل، وروسـيا الإتحاديـة، وأسبانيا،والإكوادور، والبرتغال، والهند. تعتبر من الأشجار سريعة النمو، تكثـر زراعتها فى حوض البحر المتوسط. يحتوى الزيت الطيار على أكثر من ٧٠% سينول، ويتميز بتأثيره القوى كمطهر. يستفاد من هذا الزيت فى صناعة العطور، والعقاقير الطبية. كما يستفاد من الشجرة كمصدات رياح.

Eucalyptus dives Schau.

يستخلص الزيت الطيار dives oil من أوراق النبات. تتركز المنـاطق الرئيسية لزراعته فى زائير واستراليا. يستفاد من الزيت الطيار فى الأغـراض

الصناعية مثل صناعة العطور، وفى مجال العقاقير كمطهر. يحتوى الزيت على piperiton. تبلغ نسبته ٤٠%، يستفاد منه فى تحضير thymol.

Eucalyptus macarthuri Dean et Maiden

يستخلص الزيت الطيار macarthuri oil من أوراق النبات. تتركز مناطق زراعة النبات الرئيسية فى زائير، وروسيا الإتحادية. يستفاد من هذا الزيت فى صناعة العطور، ويحتوى على ٦٠ – ٧٠% أسيتات جيرانيل Geranylacetate.

Eucalyptus maideni Muell.

يستخلص الزيت الطيار maideni oil من أوراق النبات. تتركز مناطق زراعته النبات الرئيسية فى البرازيل، وزائير، وروسيا الإتحادية. يتميز هذا النوع من الأشجار بغزارة إنتاجه من الزيت الطيار. يستفاد من الزيت فى صناعة العطور، والعقاقير.

Eucalyptus radiata Sieb.

يستخلص هذا الزيت الطيار radiate oil من أوراق النبات. تتركز زراعة هذا النوع بصفة رئيسية فى استراليا. من الناحية الكيماوية يوجد أربعة طرز من الزيت الطيار، يستفاد منها فى صناعة العطور.

Eucalyptus smithii Bak.

يستخلص الزيت الطيار smithii oil من أوراق النبات. تتركز مناطق إنتاجه الرئيسية فى جواتيمالا، وزائير، وروسيا الإتحادية، والبرازيل. يستفاد من الزيت الطيار فى صناعة العطور والعقاقير.

Eucalyptus staigeriana Muell.

يستخلص الزيت الطيار staigeriana oil من أوراق النبات. تتركز مناطق إنتاجه الرئيسية فى البرازيل، وجواتيمالا، وزائير. يستفاد من الزيت الطيار فى صناعة العطور وغيرها من الأغراض الصناعية الأخرى. يحتوى الزيت على ٦٠% ليمونين l-Limonene، ٣٠% سترال Citral.

Leptospermum citratum Challinor

يستخلص الزيت الطيار tea tree oil من أوراق النبات. تتركز مناطق إنتاجه الرئيسية فى إستراليا، وزائير، وكينيا وجنوب إفريقيا، وجواتيمالا. يتميز الزيت الطيار بإرتفاع محتواه من الستترال Citral، الأمر الذى أدى إلى زيـادة الطلب عليه خلال فترة الخمسينات. حاليا، يستعمل الزيت على نطاق ضيق فـى صناعة العطور، ويتميز برائحة تشبه رائحة الليمون.

Pimenta racemosa (Mill.) Moore

يستخلص الزيت الطيار bay oil من أوراق النبـات. تتركـز منـاطق إنتاجه الرئيسية فى الدومينكان، وبورتريكو، يستفاد من الزيت الطيار فى صناعة العطور ويتميز برائحة تشبه رائحة زيت القرنفل.

العائلة الزيتونية *Oleaceae*

تضم هذه العائلة ٦٠٠ نوع تنتشر فى المنـاطق الإسـتوائية، وتحـت الإستوائية، خاصة حوض البحر المتوسط. نباتاتها أشجار خـشبية، ذات أوراق بسيطة أو مركبة، عديمة الأذنات، متقابلة غالبا. الأزهار مفردة، خنثى، منتظمة، رباعية الأوراق الزهرية. الكأس قصير وملتحم، والتويج ملتحم البتلات. الطلـع يتركب غالبا من سداتين، ونادرا ما يكون أربع أسدية فوق بتلية. المتاع يتركـب من كربلتين ملتحمتين، ذو مبيض يحتوى على مسكنين، بكل منهما عـدد مـن البويضات، غالبا بويضتان بكل مسكن، كما فى حالة تحـت العائلـة الزيتونيـة Oleoideae، والبويضة منعكسة.

تتميز العائلـة الزيتونيـة بوجـود بعـض المركبـات الفعالـة مثـل Secoiridoide oleuropaein وهو عبارة عـن جليكوسـيد يوجـد بـأوراق الزيتون، ويحتمل أن يكون له تأثير يؤدى إلى خفض ضغط الدم. كمـا يوجـد قلويدات alkaloids فى أوراق شجرة الزيتون، من أهمها قلويد Cinchonidin.

فضلا عما تقدم، تخزن معظم نباتات العائلة الزيتونية كميات وافرة من كحـــول المانيتول mannitol.

الياسمين *Jasminum grandiflorum* L.

يستخلص زيت الياسمين الطيـــار jasmine oil مـــن بـــتلات أزهـــار الياسمين باستعمال المذيبات العضوية غير الطيارة (الامتصاص الدهنى). تتركز مناطق إنتاج الياسمين الرئيسية فى دول حوض البحر المتوسط، والهند، حيـــث يزرع كنبات زينة يتميز بإزهاره المبكر، وتستغل أزهاره لاستخلاص زيت طيار يستفاد به فى صناعة العطور. توجد أنواع أخرى مـــن الياســـمين مثـــل الفـــل *Jasminum sambac* (L.) Ait، تزرع أيضا لاستخلاص زيت طيـــار مـــن أزهارها.

العائلة الوردية *Rosaceae*

تضم هذه العائلة ٣٠٠٠ نوع، واسعة الإنتشار، خاصة فى نصف الكرة الشمالى. نباتاتها أشجار خشبية، وشجيرات، أو أعشاب. تصنف هذه العائلة إلى أربع تحت عائلات تبعا لتباين كثير من صفاتها، مثل طبيعـــة النمـــو، تركيـــب المتاع، عدد البويضات، نوع الثمرة، فضلا عن بعض المركبات الفعالة، وتحت العائلات هى:

١. تحت عائلة اسبيرا *Spiraeoideae*.
٢. تحت عائلة الوردية *Rosoideae*.
٣. تحت عائلة التفاحية *Maloideae*.
٤. تحت عائلة المشمشية *Prunoideae*.

تحت العائلة الوردية *Rosoideae*

نباتها شجيرات أو أعشاب غالبا، أوراقها مركبة ريـــشية، ذات أذنـــات غالبا، متبادلة. الأزهار مفردة، خنثى، منتظمة، الكأس يتركب من خمس سبلات ملتحمة لدى قاعدتها، وقد يوجد محيط إضافى هو تحت الكأس epicalyx كمـــا

فى أزهار الفراولة. التويج يتركب من خمس بتلات منفصلة، وقد يزيد عـددها عن ذلك كثيرا، كما فى جنس الورد *Rosa*. الطلع يتركب مـن أسـدية عديـدة (حوالى ٢٠ سداة)، تترتب فى محيطين أو أكثر. المتاع عديد الكرابل المنفصلة، والثمرة مجموعة فقيرات achenes، كل ثميرة وحيدة البذرة.

تتميز تحت العائلة الوردية بوجود مواد دباغ وأحماض عضوية وكحول تورمنتول Tormentol.

Rosa centifolia L.

يستخلص الزيت الطيار rose oil من أزهار الورد بإستعمال المذيبات العضوية. تعتبر كلا من فرنسا والمغرب المنتج الرئيسى لزيت الورد الطيـار. يستفاد من هذا الزيت فى صناعة العطور ومستحضرات التجميل.

Rosa damascena Mill.

يستخلص الزيت الطيار الذى يطلق عليه Otto or attar of rose من أزهار النبات عن طريق التقطير المائى البخارى. تعتبر بلغاريا، وتركيا، وروسيا الإتحادية، والهند المنتج الرئيسى لهذا النوع من الزيت الطيار. يستفاد من الزيت الطيار فى صناعة العطور ومستحضرات التجميل، وكذلك صناعة المـشروبات المنبهة. وبالإضافة إلى إنتاج الزيت الطيار، يستفاد أيضا من ماء الورد كمنـتج تجارى، إذ يحصل عليه كبقايا ناتجة أثناء عملية تقطير الزيت الطيار.

عائلة الصندل _Santalaceae_

تضم هذه العائلة ٤٠٠ نوع، تنتشر فى المنـاطق الإسـتوائية وتحـت الإستوائية، نباتاتها أخشاب، مستديمة الخضرة، تتفرع ثنائيا. تتميز هذه العائلـة بوجود أحماض دهنية فى صورة ليبيدات توجد بالأوراق، فضلا عـن زيـوت البذرة التى تتميز بتعدد جزيئات الأحماض الدهنية المكونة للزيـت (الجلـسريد الثلاثى).

الصندل الأبيض *Santalum album* L.

يستخلص زيت الصندل الأبيض الطيار والمعروف تجاريا sandalwood oil من خشب الساق. تتركز مناطق الإنتاج الرئيسية فى المناطق الإستوائية و تحت الإستوائية، خاصة الهند وجنوب شرق آسيا. يتميز نبات الصندل الأبيض بأنه نصف متطفل. يسود إنتاج الهند من زيت خشب الصندل فى الأسواق العالمية. يستفاد من هذا الزيت الذى يتركب أساسا من مشتقات كحولية فى صناعة العطور، والمستحضرات الطبية.

العائلة الطلحية *Mimosaceae*

تضم هذه العائلة ٢٠٠٠ نوعا، تنتشر فى المناطق الإستوائية و تحت الإستوائية. نباتاتها أشجار خشبية أو أعشاب، أوراقها متبادلة، مركبة ريشية غالبا، ذات أذنات. تتميز جذورها بالعقد الجذرية. الأزهار خنثى، منتظمة، توجد فى نورات كثيفة سنبلية، الكأس والتويج خماسى الأوراق الزهرية، والطلع عديد الأسدية المنفصلة ذات الخيوط الملونة، والمتاع كربلة واحدة عديدة البويضات. الثمرة قرطة عديدة البذور، والبذرة ذات قصرة تتميز فى جزئها الخارجى إلى خلايا عمادية وأخرى عادية، وتحتوى على جنين كبير الحجم، وهى إما خالية من الإندوسبرم تماما أو إندوسبرمية وتحتوى عندئذ على مواد مخاطية.

تتميز أنواع جنس *Acacia* بالمحتوى العالى من الدباغ التى تستخلص من قشرة قلف الساق. كما توجد أيضا صموغ نباتية مثل الصمغ العربى.

الفتنة أوالسنط الحلو *Acacia farnesiana* (L.) Willd.

يستخلص الزيت الطيار cassie acienne من أزهار شجرة السنط الحلو التى يكثر انتشارها فى مناطق حوض البحر المتوسط، و المناطق تحت الإستوائية. الشجرة صغيرة الحجم، متساقطة الأوراق، غزيرة التفرع، ذات اشواك زوجية بيضاء اللون. أوراقها مركبة ريشية متضاعفة، وأزهارها خنثى،

توجد فى نورات كروية الشكل سنبلية، صفراء أو برتقالية اللون. الثمرة قرظة، أسطوانية إلى مستطيلة الشكل، ذات بذور عديدة، سوداء اللون.

يستفاد من الزيت الطيار المستخلص فى صورة نقية أو فى صورة دهن مشبع بالزيت Pomade فى صناعة العطور ومستحضرات التجميل الخاصة بالشعر. كما يستفاد من قلف الشجرة كمصدر للدباغ والصموغ.

العائلة الماغنولية *Magnoliaceae*

تضم هذه العائلة ٢١٥ نوعا، نباتاتها خشبية، أشجار وشجيرات، مستديمة أو متساقطة الأوراق. أوراقها بسيطة، متبادلة، ذات أذنات متورقة غير أنها متساقطة. الأزهار مفردة، كبيرة قد يصل قطرها إلى حوالى ٢٥ سم، عطرة الرائحة، خنثى، ذات تخت مخروطى الشكل، تترتب عليه الأسدية والكرابل العديدة والمنفصلة فى نظام حلزونى. يتباين عدد البويضات فى المبيض بين واحدة أو أكثر، منعكسة ذات وضع مشيمى حافى. الثمرة مجموعة جرابيات Aggregate of follicles أو لبية Berry. ينظر إلى هذه العائلة من وجهة النظر التصنيفية على أنها أكثر عائلات مغطاة البذور بدائية، نظرا لوجود التخت مخروطى الشكل الذى تترتب عليه أوراق جرثومية عديدة فى نظام حلزونى، الأمر الذى يسمح بمقارنة أزهارها بالمخروط فى نباتات السيكاديات الحفرية *Bennettitales*، وهو ما أدى إلى افتراض أن هذه العائلة ربما تكون أصلا محتملا لمغطاة البذور. تنتشر نباتات هذه العائلة حاليا فى أمريكا وشرق آسيا حتى استراليا.

***Michelia champaca* L.**

يستخلص الزيت الطيار المعروف بإسم champaca oil من أزهار النبات، حيث تتميز بوجود غدد زيتية. تتركز مناطق إنتاجه الرئيسية فى جنوب شرق آسيا، ومدغشقر. يستخلص الزيت الطيار فى صورة دهن مشبع بالزيت pomade وفى صورة نقية، ويستفاد منه فى صناعة العطور، وتعطير الشاى.

العائلة السذبية *Rutaceae*

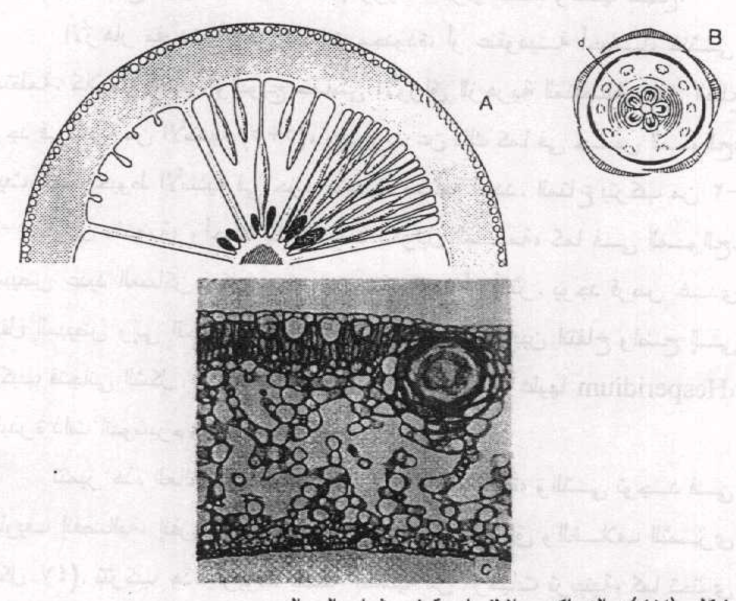
تضم هذه العائلة ١٦٠٠ نوعا. معظم نباتاتها أشجار أو شجيرات خشبية، تنتشر فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية. الأوراق تكون عـادة متبادلـة، بسيطة، وأحيانا تكون مركبة ريشية، عديمة الأذنات. تتميـز الأوراق بوجـود قنوات إنفصالية إنقراضية، تظهر فى صورة بقع أو نقط، تحتوى علـى زيـوت طيارة. فى جنس الموالح *Citrus*، تختزل الوريقتان الجانبيتـان مـن الورقـة المركبة، وتصبح الورقة عندئذ ممثلة بالوريقة الطرفية فقط، وعنقها مجنح.

الأزهار مفردة، أو فى نورات محدودة، أو عنقوديـة أحيانـا، خنثـى، منتظمة. كلا من الكأس والتويج خماسى الأوراق الزهرية المنفصلة عادة. الطلع يوجد فى حزم من الأسدية (٥+٥)، وقد يزيد عن ذلك كما فى جـنس المـوالح، حيث تلتحم خيوط الأسدية فى حزم متعددة، مختلفة العدد. المتاع يتركب من ٢-٤-٥ كرابل ملتحمة، وأحيانا يكون عديد الكرابل الملتحمة، كما فـى المـوالح. المبيض عديد المساكن، بكل مسكن بويضة واحدة أو أكثر. يوجد قرص غـدى أسفل المبيض وإلى الخارج من الأسدية، يتفاوت حجمه بين انتفاخ واضح إلـى تركيب فنجانى الشكل. الثمرة عنبة من نوع خاص يطلق عليها Hesperidium، والبذرة ذات اندوسبرم نووى غالبا.

تتميز هذه العائلة بإنتاج وافر من الزيوت الطيارة، والتـى توجـد فـى تجاويف إنفصالية، إنقراضية، تنتشر فى كل مـن الأوراق والغـلاف الثمـرى (شكل ٤٧). تتركب هذه الزيوت بصفة أساسية من مركبات تربينية، كما تحتوى على راتنجات ومواد أخرى.

يعتبر جنس الموالح هو أهم أجناس هذه العائلة، موطنه الأصلى جنـوب آسيا، يزرع فى جميع المناطق الحارة والمعتدلة، وعلى وجه الخـصوص فـى منطقة حوض البحر المتوسط. تمثل الأنواع التابعة لهذا الجنس وكذلك الطـرز والسلالات المختلفة، مصادر لبعض المركبات والمنتجات الهامة مثـل الزيـوت

الطيارة، التى يحصل عليها بالتقطير أو بالعصر للأنسجة الخازنة لهــا (الطبقــة الوسطى للغلاف الثمرى). كما تحتوى ثمار الموالح ذات الطعم القــابض علــى فلافانون flavanone. فضلا عن هذا، تحتوى أوراق أنواع المــوالح المختلفــة على مقادير ملموسة من مركب synephrine وهى ذات تأثير منــشط للــدورة الدموية، وتجهز فى صورة عقار يستخدم فى العلاج منذ مــدة طويلــة يــسمى Sympatole.



شكل (٤٧): التراكيب الإفرازية فى ثمار الموالح

A قطاع عرضى فى ثمرة برتقال يوضح التراكيب الإفرازية فى الغلاف الثمرى

B مسقط زهرى لزهرة نبات السذب يوضح القرص الغدى (d) حول المبيض خماسى الكرابل

C غدة إنقراضية فى قطاع عرضى فى غلاف ثمرة الليمون

الليمون الأضاليا bergamot

لايحصل على الزيت الطيار من غلاف ثمار الليمون الآضاليا *Citrus aurantium ssp. bergamia* Engl. وهى شجيرة صغيرة، تزرع فى مناطق جنوب أوروبا المطلة على البحر المتوسط، خاصة جنوب أسبانيا، وجزيرة صقلية. يوجد الزيت الطيار مخزنا فى تجاويف انفصالية إنقراضية، تنتشر فى أغلفة الثمار، يتراوح قطر كل منها بين ٠,٣ – ٠,٥ مم. يستفاد من هذا الزيت فى صناعة العطور، وتعطير الصابون.

العائلة القشطية *Annonaceae*

تضم هذه العائلة ٢١٠٠ نوع واسعة الانتشار فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية. نباتاتها أشجار وشجيرات أو أعشاب، مستديمة الخضرة، تزرع منها أنواع جنس القشطة *Annona* فى مناطق أمريكا الإستوائية كنباتات فاكهة، تتميز ثمارها برائحة عطرية جذابة. الأوراق بسيطة، والأزهار مفردة، ذات كأس وتويج ثلاثى الوريقات الزهرية، سوارية الترتيب. الأسدية والكرابل عديدة ومنفصلة، تترتب حلزونيا على تخت الزهرة مخروطى الشكل. الثمار لبية. تتميز أزهار هذه العائلة بخلايا إفرازية تنتج زيوتا طيارة عالية القيمة مثل زيت يلانج-يلانج ylang-ylang.

يعتبر هذا الزيت من أقيم وأغلى الزيوت الطيارة التى تستخدم فى صناعة العطور. يحصل على هذا الزيت من أشجار شجرة يلانج-يلانج *Cananga odorata* (Lam.) Hook. تنتشر هذه الأشجار فى مناطق جنوب شرق آسيا، وبعض جزر المحيط الهندى، ومدغشقر، فضلا عن بعض الدول الإفريقية. الشجرة مستديمة الخضرة، قد يصل إرتفاعها إلى حوالى ١٠٠ قدم، إلا أنها تقلم بحيث تظل على ارتفاع حوالى ١٠ أقدام. الأوراق بسيطة، والأزهار ذات رائحة عطرية قوية، تجمع حينما تصبح ذات لون أصفر، على أن يكون ذلك فى الصباح الباكر أو فى الظلام حتى لا تتأثر الرائحة العطرية سلبا بتأثير

حرارة الشمس. يبدأ جمع الأزهار حينما يصل عمر الشجرة إلى حوالى عامين، وذلك بعدل مرتين كل عام. حديثا، يستخدم غاز الإيثلين لجمع الأزهار، حيث تسقط فوق حصر، توضع تحت الشجرة.

يستخلص الزيت الطيار من الأزهار بالتقطير البخارى، ويتميز بقيمته العالية، ويعرف بزيت يلانج-يلانج، تمييزا له عن زيت طيار آخر أقل جودة، يتم استخلاصه من نفس العينة الزهرية من خلال تكرار عملية التقطير البخارى، وهو ما يعرف بزيت Cananga oil. يبلغ سعر زيت يلانج-يلانج ضعف نظيره من زيت cananga، ويستخدم كلا نوعى الزيت الطيار فى صناعة العطور.

العائلة الجيرانية *Geraniaceae*

تضم هذه العائلة ٨٠٠ نوعا تنتشر فى المناطق المعتدلة، نباتاتها غالبا عشبية لدى القاعدة بمرور الوقت. تتميز الأوراق والسيقان بشعيرات كثيفة، غدية، بسيطة أو مركبة. تحمل الأزهار فى نورات محدودة، وهى متباينة الألوان، خنثى، منتظمة أو غير منتظمة، خماسية الأوراق الزهرية. توجد الأسدية فى محيطين أو ثلاثة أحيانا. المتاع يتركب من خمس كرابل طويلة جدا، ملتحمة، والمبيض ذو خمسة مساكن، بكل مسكن بويضتان، غير أن بويضة واحد فقط منهما هى التى تتطور فيما بعد إلى بذرة، فى حين ينشا عن الأخرى أجزاء عقيمة خيطية الشكل.

زيت العطر أو الجيرانيوم Geranium oil:

يستخلص هذا الزيت الطيار من أوراق وأغصان طرز مختلفة من جنس العطر *Pelargonium*، إذ أن جميع الطرز التى تزرع من هذا الجنس لاستخلاص الزيت الطيار عبارة عن هجن أمكن استنباطها من أنواع تنتمى إلى جنوب إفريقيا، حيث لا يمثل أى من الأنواع المحلية مصدرا لإنتاج الزيت. من هذه الطرز المنتجة للزيوت الطيارة، العطر *الوردى* *Pelargonium graveolens* L'Herit. ex Ait. والعطر الليمونى.

Pelargonium odoratissimum (L.) L'Herit. ex Ait.

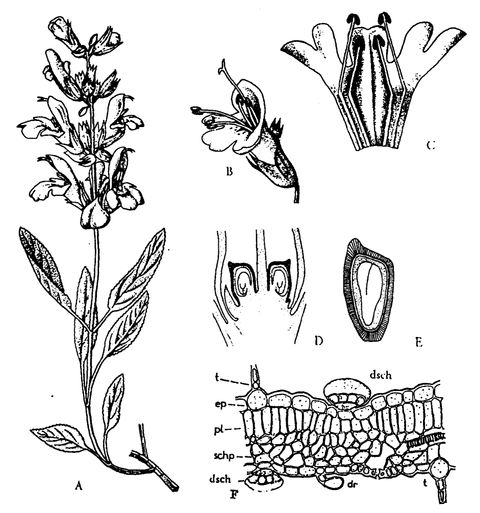
النبات شجيرة قصيرة، تنتشر زراعته فى الجزائر والمغرب وزائير، حيث تعتبر هذه المناطق مراكز إنتاجه الرئيسية. كما يزرع النبات أيضا فى فرنسا وأسبانيا ومصر، فضلا عن بعض مناطق أمريكا الوسطى والجنوبية.

أوراق نبات العطر بسيطة، مفصصة تفصيصا غير غائر، يغطى كلا سطحيها بشعيرات غدية مركبة تفرز زيوتا طيارة. تمثل الأوراق والأغصان الغضة أهم أعضاء النبات المنتجة للزيت الطيار، فضلا عن الأزهار التى تمثل مصدرا محدودا للغاية لإنتاج الزيت. يفضل جمع أوراق النبات لاستخلاص الزيت، عقب تفتح الأزهار، وهى المرحلة التى يبلغ فيها محتوى الأوراق من الزيت أقصاه. المكونات الرئيسية للزيت الطيار عبارة عن تربينات أحادية (جيرانيول geraniol، وسترونيللول citronellol)، فضلا عن مشتقات كحولية أخرى مثل لينالول linalool. يستخدم زيت العطر فى كثير من أوجه صناعة العطور والصابون.

العائلة الشفوية *Lamiaceae*

تضم العائلة الشفوية ٣٢٠٠ نوعا، نباتاتها واسعة الانتشار، إلا أنها تتركز فى دول حوض البحر المتوسط. معظم نباتاتها أعشاب، حولية أو معمرة، سيقانها مربعة فى القطاع العرضى، تتميز بوجود خلايا كولنكيمية فى أركان الساق والأفرع. الأوراق بسيطة، متقابلة متصالبة، عديمة الأذنات، وقد تكون سوارية فى بعض الأجناس. يوجد تنوع فى شكل الأوراق، فقد تكون كاملة الحافة أو مسننة أو مفصصة. تتميز الأوراق بوجود ثغور من نوع متعامد الخلايا المساعدة diacytic، وهو النوع الأكثر شيوعا بين أنواع العائلة. تغطى السيقان والأوراق والنورات بشعيرات غدية تفرز زيوتا طيارة تكسب النبات رائحة عطرية يسهل التعرف عليها أثناء مرحلة النمو الخضرى. تتميز أوراق النبات بنوعين من الشعيرات الغدية التى يتركز وجودها فى بشرتى الورقة، العليا

والسفلى (شكل ٤٨). النوع الأول عبارات عن شعيرات غدية ذات رأس مفرزة وحيدة الخلية، أما الآخر فهو عبارة عــن شــعيرة ذات رأس عديــدة الخلايــا الإفرازية، تغطى بأدمة حيث يتجمع إفراز الرأس الغدية، فى المنطقة المحصورة بين طبقة الأدمة والجدر الخارجية لبشرة الخلايا الإفرازية.



شكل (٤٨): العائلة الشفوية

A نبات السالفيا: فرع مزهر B, C زهرة جنس الزعتر

F قطاع عرضى فى ورقة نبات النعناع، t شعيرة، dsch حراشيف غدية، dr شعيرة غديــة، ep بشرة، pl بارنكيما عمادية، schp بارنكيما اسفنجية.

الأزهار وحيدة التناظر، توجد فى نورات مركبة سواريه verticillate، تتكشف فى آباط الأوراق. يتركب التويج من شفتين، سفلى من ثـلاث بـتلات، وعليا من بتلتين. قد يكون الكأس أيضا شفويا أو أنبوبيا، وأحيانا يكون لحميـا. يتركب الطلع من أربع أسـدية فـوق بتليـة، وهـو غالبـا طويـل الإثنـين didynamous، السداتان الأماميتان هما الطويلتـان. أحيانـا، توجـد سـداتان أماميتان فقط كما فى جنس السلفيا *Salvia*، وحصا لبان *Rosmarinus*. يتركب المتاع من كربلتين ملتحمتين، والمبيض علوى ذو تفصيص غائر، يوجد حـول قاعدته غدة رحيقية تكون أكثر نموا على الجانب الأمامى للمبيض. ينقسم المبيض بحاجز كاذب إلى أربعة مساكن، بكل مسكن بويضة واحدة منعكسة. الثمرة عبارة عن أربع بنيدقات nutlets، بكل منها بذرة واحدة عديمة الإندوسـبرم. أحيانـا، تكون الثمرة حسلة Drupe. تتميز العائلة الشفوية بوجود مواد مـرة، ودبـاغ، وفلافونويدات، فضلا عن الزيوت الطيارة. جدير بالذكر، أن بعـض المجـاميع النباتية من هذه العائلة تضم أجناسا فقيرة أو خالية تقريبا من الزيت الطيار مثـل *Ajugeae, Marrubieae, Stachyeae*.

يتركب الزيت الطيار بصفة رئيسية من تربينات أحادية وسيسكوتربينات، بينما يندر وجود مشتقات فينايل بروبان فى الزيت بكميات كبيرة. تتباين الزيوت الطيارة للعائلة الشفوية فى تركيبها الكيماوى بدرجة كبيرة، ويتوقف ذلك علـى عوامل مختلفة. وفيما يلى أنواع العائلة الشفوية المنتجة للزيوت الطيارة:

اللافندر العادى *Lavandula angustifolia* Mill.

يتم إنتاجه بصفة رئيسية فى جنوب فرنسا، ودول حوض البحر المتوسط الأخرى، إلا أنه ينتج أيضا بكميات قليلة فى كل من استراليا والأرجنتين وجنوب إفريقيا، ودول أخرى. أهم مكونـات الزيـت الطيـار *geraniol, linalool, linalyl acetate, limonene, cineol* ويعرف تجاريا بإسم lavender oil.

يستفاد من الزيت الطيار، بصفة أساسية، فى صناعة العطور، فضلا عن استعماله فى صناعة مستحضرات التجميل، وصناعة الصابون، والعقاقير الطاردة للغازات، وكذلك صناعة المبيدات الحشرية. جدير بالذكر، أن الزيوت الطيارة المستخلصة من النورات تستخدم فى صناعة العطور الأقل جودة، نظرا لانخفاض محتواها من الاسترات وزيادة نسبة الكحولات.

اللافندر الهجين *Lavandula hybrida* Reverchon

يمثل هذا النوع هجينا أمكن استنباطه بالتهجين بين النوعين التاليين:
Lavandula angustifolia Mill. X *Lavandula latifolia* (L.) Medik.

يستخلص الزيت الطيار *lavandin* oil من نورات النبات الطازجة، إذ يعتبر محتوى النورات من الزيت أعلى من نظيره فى اللافندر العادى. يتميز زيته الطيار برائحة مميزة نتيجة لاحتوائه على سنيول Cineol، كامفور camphor وبالتالى يعتبر أقل جودة. يستخدم الزيت الطيار بكثرة فى صناعة الصابون، ومستحضرات التجميل، ويعرف تجاريا بإسم *lavandin oil*.

النعناع اليابانى *Mentha arvensis* L.

يستخلص الزيت الطيار cornmint oil من أوراق النبات، يتميز بزيادة الطلب عليه نظرا لمحتواه العالى من المنتول menthol (٨٢-٨٦%). فى حالة استخلاص الكمية الرئيسية للمنتول من الزيت، فإن الأخير يستعمل مثل زيت النعناع الفلفلى ولكنه أقل جودة. تتركز مناطق إنتاجه الرئيسية فى شرق آسيا والبرازيل.

النعناع الفلفلى *Mentha piperita* L.

يستخلص الزيت الطيار pepper mint oil من أوراق النبات. تتركز مناطق إنتاجه الرئيسية فى المناطق المعتدلة، ويعتبر محصول الزيت منخفضا فى المناطق تحت الإستوائية. زيت النعناع الفلفلى منخفض الجودة نظرا لمحتواه العالى من المنتون وفيوران المنتون. أهم مكونات الزيت المنتول menthol

الذى تبلغ نسبته فى الزيت حوالى ٥٠-٦٠%، إلى جانب سـنيول وليمـونين. يستفاد من هذا الزيت الطيار فى الصناعات الغذائية، وصـناعة المستحـضرات الطبية ومستحضرات التجميل.

النعناع *Mentha pulegium* L.

يستخلص الزيت الطيار pennyroyal oil مـن أوراق النبـات، إلا أن إنتاجه يعتبر محدودا. أهم مكوناته الرئيسية بوليجون pulegon. يـستفاد منـه بصورة رئيسية فى صناعة الصابون، وكمصدر للرائحة فى صناعة اللدائن.

النعناع البلدى *Mentha spicata* L.

يستخلص الزيت الطيار spearmint oil من أوراق النبـات. يتركـز إنتاجه فى المناطق المعتدلة خاصة فى الولايات المتحدة الأمريكية. مـن وجهـة النظر الكيماوية، يختلف هذا الزيت تماما عن زيت النعناع الفلفلى. يستفاد منـه على وجه الخصوص، فى مجال الصناعات الغذائية كمصدر عطرى، وكذلك فى صناعة اللبان، ومعاجين الأسنان. كثيرا ما يستخدم العشب كتابل. أهم مكونـات الزيت كارفون Carvone، الذى تبلغ نسبته فى الزيت حوالى ٤٥-٦٠%.

الباتشولى. *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth

يستخلص الزيت الطيار patchouli oil من الأوراق المجففـة لنبـات الباتشولى، الذى تنتشر فى مناطق جنوب شـرق آسـيا،حيث تنـتج سـومطره الإندونيسية ٩٠% من زيت الباتشولى المتداول تجاريا. تساهم أيضا كـلا مـن الصين، وسيشل بإنتاج كميات قليلة من هذا الزيت. أهم مكوناته كحول الباتشول، ويوجينول، وألدهيد السيناميك. يستفاد من هذا الزيت فى صناعة العطور.

السالفيا *Salvia sclarea* L.

يستخلص الزيت الطيار clary sage oil من نورات النبات. تعتبر دول حوض البحر المتوسط، وروسيا الإتحادية مناطق الإنتاج الرئيسية. يستفاد مـن هذا الزيت فى صناعة العطور، وكمصدر عطرى فـى صـناعة المـشروبات والحلوى.

عائلة الغار *Lauraceae*

تضم عائلة الغار ٢٢٥٠ نوعا، تنتشر فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية، خاصة دول شرق آسيا. الأوراق بسيطة، توجد الأزهار فى نورات غالبا، حيث تحتوى النورة على عدد كبير من الأزهار صغيرة الحجم، ثلاثية الأوراق الزهرية. تنفتح المتوك بمصاريع كثيرة، وهى ذات خيوط تحتوى غالبا على تراكيب رحيقية. تتطور بويضة واحدة فقط إلى بذرة ذات جنين كبير الحجم، وهى غير اندوسبرمية، فى حين يتطور عن المبيض ثمرة لبية أو بندقة.

تتميز نباتات جنس *Cinnamomum* بإحتوائها على زيوت طيارة تخزن فى خلايا خاصة Idioblasts، تنتشر فى قشرة الساق. المكون الرئيسى للزيت الطيار هو ألدهيد السيناميك، ويرجع الطعم المميز له إلى وجود فينايل بروبان بالإضافة إلى مركبات أخرى تربينية. فى حين يسود ألدهيد السيناميك فى الزيت الطيار المستخلص من قشرة قلف الساق، توجد مكونات أخرى مختلفة تماما فى الزيت المستخلص من الورقة والجذر مثل يوجينول، وكامفور. يحصل على الكامفور الطبيعى من خشب شجرة الكامفور *Cinnamomum camphora*، فضلا عن بعض الأنواع الأخرى، إذ ينفصل الكامفور من الزيت أثناء عملية التقطير.

زيت الكامفور من الزيوت الرخيصة جدا، ويستخدم بصفة رئيسية للأغراض الصناعية مثل المبيدات الحشرية ومواد الطلاء، فضلا عن استعماله طبيا كطارد للغازات ومطهر. يعتبر الزيت أهم منتج من شجرة الكامفور منذ أن تم إنتاج الكامفور صناعيا.

شجرة الكامفور *Cinnamomum camphora* (L.) Presl

يستخلص الزيت الطيار من خشب وأوراق شجرة الكامفور التى تنتشر فى مناطق جنوب شرق آسيا (جنوب الصين، وجنوب اليابان وتايوان). يستفاد من زيت الكامفور camphor oil فى الأغراض الصناعية مثل المبيدات

الحشرية، والمستحضرات الطبية. كما يستخدم الزيت المستخلص مـــن الأوراق ho leaf oil فى تايوان، كمصدر للحصول على اللينالول linalool.

العائلة النرجسية *Amaryllidaceae*

تضم العائلة ٨٦٠ نوعا. نباتاتها أعشاب، تتميز بتكوين أعضاء أرضـــية هى الأبصال، ونادرا ما تكون درنات. غالبا، لا توجد خلايا مرافقة فى اللحـــاء، فضلا عن أن وجود القصيبات قاصر على الجذور فقط. توجـــد الأزهـــار فـــى نورات خيمية، إلا أنها قد تختزل إلى زهرة واحدة كبيرة الحجم، تتميز بوجـــود غدد رحيقية تفرز زيوتا طيارة. المبيض عديد البويضات، والثمرة لبية أو علبـــة تتفتح مصراعيا عند نضجها، وتحتوى على بذور عديدة سوداء اللـــون، نظـــرا لاحتواء قصرتها على مادة تسمى phytomelane. البذرة غير اندوســـبرمية أو ذات اندوسبرم يحتوى على مواد مخزنة مثل زيوت ثابتة وبروتين.

تتميز هذه العائلة كيماويا بوجود صابونينات استيرودية، وجليكوسيدات، فضلا عن خلايا مخاطية وحزم من بلورات أكسالات الكالسيوم إبريـــة الـــشكل (الرافيدات)، حيث يكثر وجودها فى أوراق وسيقان النبات. من المميزات الهامة أيضا لهذه العائلة إنتاج قلويدات تشتهر بها وتعرف بقلويدات النرجسية، إذ أمكن التعرف على أكثر من ١٠٠ نوع منها.بالإضافة إلى ما تقدم، تتميز بعض أنواع هذه العائلة بإنتاج النشا وزيوت طيارة.

التيوبروز tuberose

نبات التيوبروز .*Polianthes tuberosa* L، موطنه الأصلى المكسيك، يدل إسم الجنس على أنه عديد الأزهار، إذ يتكون من مقطعين هما poly وتعنى عديد، وanthos أى زهرة، حيث يتميز النبات بتكوين شمراخ زهـــرى يـــصل طوله إلى حوالى متر، ويحمل عديدا من الأزهار تتراوح بين ١٥ – ٣٠ زهرة. النبات من الأبصال العشبية، يتميز بتكوين أبصال بيضاوية الـــشكل ذات بريـــق ذهبى. الأوراق شريطية طويلة ضيقة، كاملة الحافة، و الأزهار بيضاء مـــشربة

باللون الوردى. يزرع النبات فى أنحاء شتى من العالم لأزهاره. يعرف الزيت تجاريا بزيت التيوبروز tuberose oil ويستخلص من أزهار النبات باستعمال المذيبات العضوية غير الطيارة، وذلك فى صورة دهن مشبع بالزيت pomade. يحتوى الزيت الطيار على المركبات التالية: benzyl alcohol, tuberone, farnesol, eugenol, nerol, geraniol. يعتبر واحدا من أغلى الزيوت العطرية، إذ يستعمل فى صناعة أرقى العطور ومستحضرات التجميل، ولكن بكميات قليلة، نظرا لرائحته العطرية القوية. تتركز مناطق إنتاج الزيت بصفة رئيسية فى فرنسا والمغرب والهند.

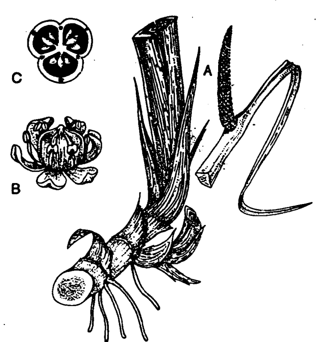
العائلة القلقاسية *Araceae*

تضم هذه العائلة ١٨٠٠ نوعا. نباتاتها غالبا أعشاب، ذات سيقان ريزومية، يقتصر وجود القصيبات على الجذور فقط. الأوراق كبيرة الحجم، بسيطة، قد تكون مفصصة، كاملة الحافة، ذات أعناق طويلة، تعريقها شبكى، كما هو الحال فى أوراق ذوات الفلقتين. الأزهار صغيرة الحجم، وحيدة الجنس، تحمل بأعداد كبيرة على شمراخ النورة الأغريضية الذى يكون سميكا متشحما، غير متفرع. توجد الأزهار المذكرة على الجزء العلوى من الشمراخ، فى حين تحمل المؤنثة على جزئه القاعدى، وتحاط أزهار النورة بقينوى spathe. نادرا ما تكون الأزهار خنثى. الغلاف الزهرى فى محيطين (٣+٣). الطلع يتركب من ست أسدية تتوزع فى محيطين (٣+٣) غالبا، والمتاع ثلاث كرابل ملتحمة، ذومبيض يتركب من ثلاثة مساكن وأحيانا مسكن واحد، والثمرة غالبا لبية.

تتميز هذه العائلة كيماويا بوجود مواد حريفة، ذات طبيعة كيماوية غير معروفة، فضلا عن إنتاج زيوت طيارة تفرز فى خلايا منتشرة فى ريزومات بعض الأنواع مثل *Acorus calamus* L. كما يوجد أيضا جليكوسيدات سيانوجين.

عود الريح .*Acorus calamus* L

يعرف هذا الزيت الطيار تجاريا بإسم *sweet* flag oil ويستخلص عن طريق التقطير المائى البخارى من ريزومات النبات (شكل ٤٩) الـــذى تنتـــشر زراعته فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية. تعتبر الهند أهم الدول المنتجة لهذا الزيت، حيث يستفاد منه فى صـــناعة العطـــور، والمـــشروبات المنبهـــة، والمستحضرات الطبية.



شكل (٤٩): نبات عود الريح

A نبات مزهر B زهرة C قطاع عرضى فى مبيض

العائلة النجيلية *Poaceae*

توجد الزيوت الطيارة فى خلايا أنبوبية الشكل، ذات جدر فلينية، يقتصر وجودها على أفراد عشيرة *Andropogoneae*، خاصـــة أنـــواع مـــن جـــنس *Cymbopogon*. يعتبر نبات السنبل الهندى *Cymbopogon nardus* من اهم هذه الأنواع المنتجة لزيوت طيارة، وتمثل مصدرا رئيسيا لإنتـــاج ســـترونيلال

citronellel، وجيرانيول geraniol، والذى يستخدم بدوره كبديل لزيت الميليسا balm oil.

تنتج أنواع أخرى من جنس *Cymbopogon* زيوتـا طيـارة مختلفـة تستخدم فى صناعة العطور مثل palmarosa oil, lemongrass oil، ولـذلك توجد منزرعة فى مساحات كبيرة من المناطق الإستوائية.

تتركب الزيـوت الطيـارة بـصفة أساسـية مـن تربينـات أحاديـة وسيسكوتربينات، بينما يكون من النادر وجود مركبات فينايل بروبـان (ميثايـل يوجينولmethyleugenol) بكميات كبيرة.

فضلا عما تقدم، تمثل أنواع مختلفة من جنس *Vetiveria* مصدرا لزيت عطرى يستخلص من أعضاء نباتية أرضية (جذور) على عكس جميع زيـوت النجيليات الأخرى التى تستخلص من أوراق النبات.

وفيما يلى عرض جدولى لأهم النباتات المنتجة لزيوت طيارة تنتمى إلى العائلة النجيلية:

العائلة النجيلية Poaceae

الإسم العلمى للنبات	الإسم التجارى للزيت	العضو النباتى المستعمل	الإنتشار	ملاحظات
Cymbopogon citratus (DC.) Stapf حشيشة الليمون	West Indian lemongrass oil	الورقة	المناطق الإستوائية	تتركز مناطق إنتاجه فى كل من جواتيمالا، وهايتى، والبرازيل، والصين. يحتوى الزيت الطيار على سترال citral تتراوح نسبته بين ٧٠-٨٥٪، يستعمل فى صناعة العطور ومستحضرات التجميل كمصدر عطرى فى صناعة المشروبات. يستفاد منه أوراق النبات فى جنوب شرق آسيا كتابل لتجهيز نوع من الشوربة.
Cymbopogon flexuosus (Nees ex Steud.) Wats. حشيشة الليمون	East Indian lemongrass oil	الورقة	المناطق الإستوائية	يستفاد منه فى نفس أوجه استعمال زيت النوع السابق
Cymbopogon martini (Roxb.) Wats.	Palmarosa oil ginergerass oil	الورقة	المناطق الإستوائية خاصة جنوب وجنوب شرق آسيا	يستخلص زيت palmarosa بصفة رئيسية، فى كل من الهند، وإندونيسيا، وذلك من أحد الطرز المنزرعة والذى يسمى motia، يسمى أيضا فى شرق الهند بزيت الجيرانيوم، نظرا لمحتواه العالى من الجيرانيول. يستفاد منه فى صناعة العطور، والمواد الغذائية. يعتبر الزيت الذى يسمى تجاريا gingergrass oil من الزيوت رخيصة الثمن، إذ يستخلص من أحد الطرز البرية النامية فى الهند، ويسمى Sofia، عن طريق التقطير. يستفاد منه فى صناعة العطور رخيصة الثمن

Cymbopogon nardus (L.) Rendle السنبل الهندى	Ceylon-Citronella oil	الورقة	المناطق الإستوائية خاصة سرى لانكا، والهند، وتايوان	يستخلص زيت طيار من الأوراق تتراوح نسبته بين ٠,٣-٠,٥٪. يستفاد من هذا الزيت كمصدر لاستخلاص الجيرانيول، فضلا عن صناعة العطور والصابون، والمبيدات الحشرية المنزلية. كما يستخدم مغلى الأوراق كمسكن لآلام المعدة، وكعلاج لبعض حالات الحمى
Vetiveria zizanioides (L.) Nash نجيل الهند	Vetiver oil	الجذر	المناطق الإستوائية	تتركز مناطق إنتاجه الرئيسية فى الهند، وإندونيسيا، وزانيبر، وهايتى، والبرازيل. يستخلص الزيت الطيار بالتقطير المائى البخارى للجذور المجففة فى الشمس. يستفاد منه كثيرا فى صناعة العطور ومستحضرات التجميل، وصناعة الصابون

العائلة السوسنية *Iridaceae*

تضم هذه العائلة ١٤٠٠ نوعا، وتتميز ريزومات، ودرنات، أو أبــصال. أزهارها وحيدة التناظر نوعا، إلا أنها منتظمة كما فى أزهار جنــسى الــسوسن *Iris* والزعفران *Crocus*. الغلاف الزهرى فــى محيطــين (٣+٣)، والطلــع يتركب من ثلاث أسدية والمبيض سفلى، والثمرة علبة capsule تتفتح مــسكنيا عند نضجها. من المميزات الكيماوية الهامة التى تتصف بها العائلة الــسوسنية، وجود أحماض أمينية عطرية، وببتيدات جلوتاميل، فضلا عن وجود بلورات من أكسالات الكالسيوم منشورية الشكل فقط. يتميز جنس الــسوسن *Iris* بــإحتواء ريزوماته على زيت عطرى ينتشر فى خلايــا خاصــة Idioblasts بالنــسيج الأساسى للريزوم. يحصل أيضا على صبغة Crocin وكذلك على آثار من زيت عطرى من مسحوق المياسم المجففة وقمم أقلام أزهار نبات الزعفران *Crocus sativus*.

السوسن *Iris pallida* Lam.

يستخلص الزيت الطيار المعروف تجاريا بإســم orris root oil مــن ريزومات النبات بإستعمال المذيبات العضوية. تتركز مناطق إنتاجه الرئيسية فى إيطاليا، فضلا عن المناطق تحت الإستوائية الممتدة من جنوب أوروبــا وحتــى غرب آسيا. يعتبر هذا الزيت من أغلى وأقيم الزيوت الطيارة التى تستعمل فــى صناعة العطور.

التوابل *Spices*

عرفت التوابل واستخدمت منذ قرون عديدة لدى جميع شـعوب العـالم لتحسين نكهة الأغذية. فقد عرفها الصينيون واليابانيون، وقـدماء المـصريين، والإغريق والرومان، وكان العرب أول من عمل فى تجارتها ونقلها من آسيا إلى مصر وسائر مناطق الشرق الأوسط. ولقد ظلت التوابل على مدار آلاف السنين، اهم السلع التجارية بين آسيا وكل من شمال شرق إفريقيا، وأوروبا، وأصـبحت تجارتها تلعب دورا مؤثرا فى السياسة الدولية، كما أصبحت فى مقدمة إهتمامات ومصالح أوروبا فى كل من إفريقيا وآسيا. حديثا، لا تزال التوابل تشغل موقعـا هاما بين مواد الغذاء، والمشروبات، والمواد الخام الأخرى، فضلا عـن كونهـا تمثل أهمية اقتصادية كبيرة لبعض الدول النامية. تعتبر آسيا المصدر الرئيـسى لمعظم التوابل الاستوائية، أما أمريكا فإنها تساهم فقط بالفلفل الأحمر والفانيليـا، فى حين تختص أوروبا بإنتاج التوابل التى يرجع موطنها الأصلى إلى منـاطق حوض البحر المتوسط، مثل توابل العائلة الخيمية، والعائلة الشفوية.

التوابل ليست غذاء، وإنما تعتبر منتجات نباتية، ذات رائحـة مميـزة، تكسب الطعام والشراب نكهة ورائحة مقبولين، وهى من ناحية أخـرى فاتحـة للشهية. تجدر الإشارة إلى أن من الأمور الصعبة تسمية أو الإشارة إلى نباتـات معينة كتوابل، إذ أن كثيرا من نباتات الخضر يتميز بطعم ونكهة خاصة، لـيس فقط البصل والثوم والجرجير، وإنما أيضا الخيـار والحلبـة، وكثيـر غيرهـا. وبالمثل، فإن بعض أنواع الفاكهة (الليمون والبرتقال)، وبعض النقـل (الفـستق واللوز)، وبعض بذور الزيت (الكتان والسمسم) تـستخدم وبـصورة منتظمـة لإكساب الطعام نكهة ورائحة مرغوبة. أيضا، فإن النباتات التى تـزرع بـصفة رئيسية كنباتات طبية (الكينا)، أو لإستخلاص زيوت طيارة (حشيشة الليمـون)، يستفاد منها أحيانا وبكميات كبيرة كتوابل.

يستفاد من بعض التوابل فى نواحى طبية معينة، حيث أنها تؤثر على الصحة العامة بطريقة غير مباشرة، إذ أن كثيرا منها يتميز بتاثير طبى إيجابى على العين (البقدونس)، وكذلك الأنف واللسان كما أن بعضها يشجع هضم المواد النشوية، وينشط إفراز الإنزيمات الهاضمة بالمعدة لكل من المواد البروتينية والدهنية.

من جهة أخرى، تحتوى كثير من التوابل على مواد ذات طبيعة سامة، وإن وجدت بكميات ضئيلة فى بعض الأحيان مثل الكومارين cumarin، والميرستين myristicin، وزيت الخردل allyl mustard oil، والفانيللين vanillin، والسافرول safrol، الأمر الذى أدى مبكرا بالولايات المتحدة الأمريكية، ودول أخرى إلى عدم السماح بإستعمال مثل هذه التوابل.

بالنظر إلى كمية الإنتاج، يأتى الخردل، والفلفل الأسود، والفلفل الأحمر، والثوم، والقرفة، والكمون، وحبة البركة، وكذلك الزنجبيل فى مقدمة التوابل المنتجة عالميا. يضاف إلى هذه المجموعة أيضا الفانيليا من حيث قيمتها كتوابل.

يتم تداول معظم التوابل تجاريا فى صورة مجهزة، ويعتبر تجفيف التوابل اهم عمليات تجهيزها، التى تشمل أيضا تنقيتها وتصنيفها ثم تعبئتها. من جهة أخرى، يتم تقطير المركبات العطرية الطيارة للتوابل، ومن زمن بعيد، حيث يستفاد منها كمصدر للحصول على زيوت طيارة تستعمل بدورها فى صناعة المشروبات، والعطور، والمستحضرات الطبية. فى السنوات الأخيرة، أصبح شائعا استخلاص جميع المركبات العطرية للتوابل باستعمال المذيبات العضوية، حيث يستفاد من هذه المنتجات التى تمثل نوعا من الراتنجات الزيتية فى مجال الصناعات الغذائية. كما تستعمل هذه المنتجات لإعداد وتجهيز مشتقات عطرية فى صورة محاليل كحولية، أو من خلال محاليلها مع مذيبات عضوية أخرى، أو تجهيزها فى صورة مستحلبات. فضلا عما تقدم، تجهز هذه المنتجات العطرية فى صورة مطبوخة (خل التوابل)، أو كمحاليل زيتية، أو يتم تحميلها على مواد

أخرى تتفاوت فى قبليتها للذوبان، مثل الملــح والــسكر، والــصمغ العربــى، والجيلاتين.

وفيما يلى أمثلة لبعض الأنواع النباتية التى تــزرع بالدرجــة الأولـــى لأغراض التوابل.

الفلفل pepper

يضم جنس الفلفل *Piper* من العائلة الفلفلية *Piperaceae* عدة أنواع، يــستفاد من بعضها كتوابل مثل الفلفل بصورتيه الأسود والأبيض .*Piper nigrum* L، والفلفل الأشانتى .*Piper guineense* Schum. et Thonn الذى يوجد منزرعا بمناطق غرب ووسط إفريقيا، والفلفل البنغالى .*Piper longum* L، الذى يزرع بالهند، وفلفل جاوه .*Piper retrofractum* Vahl، الذى يزرع فــى جزيــرة جاوة بإندونيسيا، فضلا عن هذا، يوجد نوع آخر مــن الفلفــل يــسمى *Piper cubeba* L. موطنه الأصلى إندونيسيا، وتنتشر زراعته فــى جزيــرة جــاوه. تحتوى ثماره غير الناضجة المجففة على كوببين *cubebin* يعطى صبغة كارمن حمراء اللون عند معاملته بحامض كبريتيك تركيزه ٨٠%. يحصل أيضا من هذا النوع على زيت طيار يستخدم فى صناعة المشروبات. وبصفة عامــة، ســوف نستعرض بشئ من التفصيل نوع الفلفل *Piper nigrum* نظرا لأنه النوع الوحيد من جنس *Piper* الذى يلعب دورا هاما فى مجال التجارة العالمية.

الفلفل الأسود black pepper

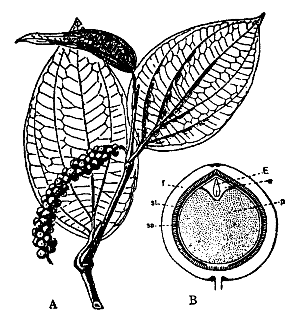
يعتبر الفلفل الأسود من أهم وأقدم التوابل، إذ عرفه قــدماء المــصريين والإغريق والرومان، وأوضحوا فوائده فى مؤلفاتهم. لقد استخدم العرب الفلفل فى غذائهم، كما استفادوا به فى مجال الطب، ونقلــوه إلــى دول أوروبــا وتــبعهم البرتغاليون.

يزرع نبات الفلفل الأسود *Piper nigrum* فى سومطره وجاوه والهنــد وسيلان وجزر الهند الغربية حيث موطنه الأصلى. يبلغ إنتاجه العالمى أكثر من

١٠٠٠٠٠ طن سنويا، يصدر منها أكثر من ٨٠٠٠٠ طن. تعتبر ماليزيـا فـى مقدمة الدول المصدرة للفلفل (٢٦٠٠٠طـن)، يليهـا الهنـد (٢٠٠٠٠ طـن)، وإندونيسيا (٢٠٠٠٠ طن)، ثم البرازيل (١٢٠٠٠ طـن)، ومدغـشقر (٣٨٠٠ طن). يوجد عدد كبير من أصناف الفلفل، خاصة فى الهند، تتفاوت فى قيمتهـا التجارية تبعا للدولة المنتجة لها.

نبات الفلفل شجيرة متسلقة، ساقة أسطوانية ذات عقـد منتفخـة تتكـون عندها جذور عرضية هوائية تساعد الساق فى التسلق على الأشجار أو الدعامات المجاورة. يتراوح قطر الساق بين ٠,٥ – ١سم، تحمل أزهارا صغيرة، صفراء اللون، وحيدة الجنس، توجد فى نورات هرية catkin. تحتوى النـورة لمؤنثـة على حوالى ٧٥ – ١٠٠ زهرة، ينتج عنها حوالى ٥٠ ثمرة. يعزى إنخفاض عدد الثمار المتكونة إلى سرعة جفاف مياسم الأزهار قبل إتمام عملية التلقيح. الزهرة المؤنثة دقيقة الحجم، تتركب من مبيض ذى مسكن واحد تحتوى علـى بويـضة واحدة، والمياسم ثلاثة. الزهرة المؤنثة ذات سداتين أثريتين. أوراق النبات بسيطة متبادلة (شكل ٥٠).

ثمرة الفلفل حسلة Drupe، حمراء اللون،كروية الشكل، قطرها حـوالى ٥مم (شكل ٥٠)، وحيدة البذرة، الثمرة الجافة سوداء اللـون، سـطحها شـبكى مجعد، يوجد لدى قمتها بقايا المياسم، وعند قاعدتها ندبة تمثل منطقـة إتـصالها بمحور النورة. البذور صغيرة كروية الشكل، ذات قطر يبلغ حوالى ٤مم، وهـى رمادية اللون، تحتوى على جنين صغير يوجد مطمورا فى مقـدار قليـل مـن الإندوسبرم، فى حين يمتلئ معظم حيز البذرة بنسيج البريـسبرم. وهـو قرنـى مصفر اللون من الخارج، نشوى أبيض اللون من الداخل. يحتوى البريسبرم على كثير من حبيبات النشا صغيرة الحجم كمادة مخزنة، كما تحتوى جميع أعـضاء النبات على خلايا راتنجية، وأخرى مخزنة لزيت طيار.



شكل (٥٠): نبات الفلفل الأسود

A مجموع خضرى ونورة   B قطاع طولى فى ثمرة   f ميزوكارب لحمى
st اندوكارب متخشب   sa قصرة البذرة   E الجنين e اندوسبرم
p برسبرم

يتكاثر الفلفل خضريا بالعقلة، ويحصد عادة مرتين فى العام. تنتج شجيرة الفلفل حوالى ٤ كيلو ثمار فلفل أسود أو ما يتراوح بين ٠,٥ – ١ كيلو ثمار فلفل أبيض وذلك عندما تبلغ من العمر حوالى ثلاث سنوات، وتستمر فى الإثمار حوالى عشر سنوات أو أكثر.

لإنتاج الفلفل الأسود، تجمع الثمار قبل اكتمال نضجها، أى وهى خضراء ثم تنثر على حصر وتترك فى الشمس لتجف، حيث تعبأ وتجهز للتسويق.

ولإنتاج الفلفل الأبيض، تجمع الثمار الناضجة بعد أن يصبح لونها أحمر، وتنقع فى ماء جارى حيث تخضع لعملية تخمر قصيرة، تتفكك خلالها الطبقة الخارجية من الغلاف الثمرى، الأمر الذى يسهل إزالتها، ثم تغسل البذور وتجفف فى الشمس. تطحن البذور المجففة للحصول على الفلفل الأبيض.

يعتبر الفلفل الأبيض أكثر حرافة من نظيره الأسود نظرا لإرتفاع محتواه من مادة متبلورة تسمى piperine يعزى إليها الطعم الحريف، إلا أنه أقل فـــى محتواه من المركبات العطرية (الزيت الطيار والراتنج) مقارنة بالفلفل الأسود.

محتويات ثمار الفلفل:

١- ١,٥ – ٢% زيت طيار ترجع إليه رائحة الفلفل، ويتركز وجوده فى الجزء الداخلى من الطبقة الوسطى للغلاف الثمرى mesocarp حيث توجد خلايا زيتية oil cells مخزنة للزيت الطيار.

٢- ٤,٥ – ٨,٥% مادة متبلورة piperine يعزى إليها الطعم الحريف للفلفـــل، ويوجد أعلى تركيز لها فى الطبقة الداخلية للغلاف الثمرى endocarp.

٣- ٥% راتنج يسمى chavicin يتركز وجوده فى خلايـــا الطبقـــة الوســـطى للغلاف الثمرى mesocarp .

٤- ٢٥ – ٤٠% نشا.

فوائد الفلفل:

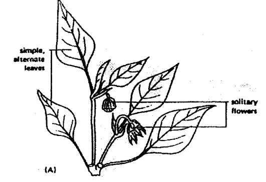
١- تابل فاتح للشهية، إذ يحسن من نكهة الأغذية.

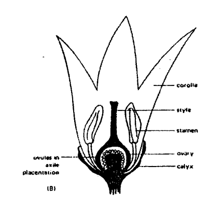
٢- يستخدم كمادة حافظة للحوم ومنتجاتها.

٣- يستفاد منه فى بعض النواحى الطبية.

الفلفل الأحمر أو الشطة red pepper or capsicum

يعتبر الفلفل الأحمر أو الشطة، أكثر نباتات التوابل إنتـــشارا فـــى دول المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية. يوجد منه عديد من الأصناف التى تتبـــاين فيما بينها مورفولوجيا ووراثيا. تنتمى جميع الأصناف المنزرعة خارج نطـــاق القارة الأمريكية إلى النوع *Capsicum annuum* L. (شكل ٥١) من العائلـــة الباذنجانية *Solanaceae*. فضلا عن هذا، توجد فى أمريكا الوسطى والجنوبية أنواع بريه إلى جانب ثلاثة أنواع منزرعة هى:





شكل (٥١): نبات الفلفل الشطة

A أزهار فى آباط الأوراق　　　B قطاع طولى فى زهرة

١- فلفل بيرو .*Capsicum angulosum* Mill.

٢- فلفل كولومبيا .*Capsicum conicum* G. F. W. Mey.

٣- فلفل روكوتو .*Capsicum pubescens* Ruiz et Pav ويزرع فى بيرو.

تتباين أصناف الفلفل المستخدمة كتوابل فى أحجامها، وأشكالها، ومواقع تكشف الثمار، وسمك لحم الثمرة، ووجود أو غياب مـــادة Capsaicin وهـــى عبارة عن vanillylamide، إذ تمثل أحد مكونات ثمار الفلفل ويعـــزى إليهـــا الطعم الحريف. كما تختلف أصناف الفلفل أيضا فى محتوى ثمارها من الصبغة الحمراء التى ترجع إلى وجود مـــادة capsanthin وبعـــض الكاروتينويـــدات الأخرى التى تفتقر إلى أى نشاط لفيتامين A إذ أن بيتاكـــاروتين β-carotine يوجد فقط بكميات قليلة.

فى حالة الطرز ذات الثمار صغيرة الحجم، تجفف الثمار كاملة، فى حين تجفف ثمار الطرز كبيرة الحجم بعد تجزئتها طوليا واستبعاد بـــذورها. يعتبـــر مطحون لحم الثمار أكثر وأهم صور الفلفل المتداولة تجاريا. فى مناطق الزراعة الإستوائية، تستعمل غالبا الثمار الطازجة كاملة، خضراء أو ناضجة، كتوابل.

من المحتمل أن يكون الإنتاج العالمى من الفلفل الأحمر (الشطة) أعلى من نظيره فى الفلفل الأسود، إذ تتجاوز قيمة صادرات فلفل الشطة سنويا ٦٠٠٠٠ طن، وتعتبر الصين أهم الدول المصدرة، تليها باكستان، والهند، وإندونيسيا، والمجر، ثم أسبانيا.

الخردل mustard

يحصل على الخردل التجارى بصفة رئيسية من ثلاثة أنواع تابعة للعائلة الصليبية *Brassicaceae* هى: الخردل الأسود *Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch، والخردل البنى (الهندى) *Brassica juncea* (L.) Czern. والخردل الأبيض *Sinapis alba* L.، فضلا عن الخردل الفارسى Eruca *vesicaria* (L.) Cav. var. *sativa* (Mill.) Thell.

تكثر زراعة الخردل الأبيض فى المناطق المعتدلة، فضلا عن بعض المناطق تحت الإستوائية مثل منطقة البلقان، حيث يعتبر أكثر أنواع الخردل استعمالا فى دول وسط أوروبا. تصلح البذور بكاملها كتابل للخيار، وحفظ الأسماك، ولحوم السجق أما مسحوق البذور فإنه يستفاد منه كتابل يضاف للأطعمة إما فى صورته الخام أو منزوع الدهون. ينتج الطعم الحريف للخردل بعد معاملة مسحوقه بالماء، حيث ينفصل جليكوسيد *sinalbin* نتيجة نشاط إنزيم ميروسينيز myrosinase الموجود فى زيت الخردل، فضلا عن انفراد sinapin. تحتوى البذور أيضا على زيت ثابت طيار وبروتين ومواد هلامية. يعتبر الخردل الهندى *Brassica juncea* على وجه الخصوص هاما لسكان المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية، إذ يضم عديدا من الطرز متعددة الكروموسومات (amphidiploid)، ناتجة عن التهجين بين النوعين التاليين: *Brassica nigra* x *Brassica campestris*، وبالتالى فإنها تضم عددا من محاصيل الزيوت النقية ونباتات الخضر. يعتبر بعض الباحثين أن الطرز المختلفة من الخردل الهندى المنتجة للتوابل تمثل أنواعا مستقلة. ثم التوسع فى

زراعة أصناف الخردل الهندى خلال القرن الماضى، فى حين تراجعت زراعــة الخردل الأسود. تحتوى بذور كل من الخردل الهندى والأسود على جليكوســيد السنجرين sinigrin الذى ينتج عن تحلله إنزيميا مشابه لزيت الخردل، ينظر إليه كزيت خردل ذى نكهة أكثر حرافة عما هو عليه فى زيت الخردل الأبيض. كما تحتوى البذور على مواد هلامية توجد فى الطبقات الخارجية من القصرة، فضلا عن بروتينات. تستعمل بذور الخردل الأسود فى تجهيز المستردة الخام الحريفة، كما يستفاد من أوراقه فى عمل السلاطة.

فجل الحصان Horse - Radish

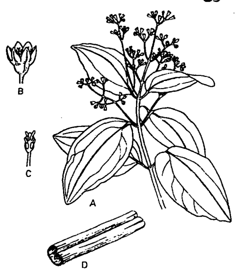
نبات فجــل الحــصان *Armoracia rusticana* Ph. Gaertn., B. Mey.، ينتمى إلى العائلة الصليبية *Brassicaceae*، موطنه الأصــلى جنــوب روسيا، وشرق أوكرانيا، النبات عشب معمر، يتكاثر خضريا بتجزئة الجذور.

يستفاد من جذوره كتابل نظرا لاحتوائها علــى جليكوســيد الــسينجرين sinigrin الذى يتحلل إنزيميا مكونا زيتا طيارا يشابه زيت الخــردل، ويتميــز بطعم حريف يكسب بعض الأغذية نكهة خاصة. تستعمل الجذور إما طازجة أو بعد معاملتها بالخل.

القرفة Cinnamon

يحصل على القرفة من قلف شجرة القرفة الــسيلانى *Cinnamomum zeylanicum* Bl. التى تنتمى إلى عائلة الغار *Lauraceae*، موطنها الأصلى جزيرة سيلان، وجنوب غرب الهند. هذه الشجرة مــستديمة الخــضرة، يــصل إرتفاعها إلى حوالى ٥٠ قدم. أوراقها بسيطة، متبادلة، كاملة الحافــة، عديمــة الأذنات (شكل ٥٢)، الأزهار صغيرة خنثى، توجد فى نورات عنقودية كثيفــة. الكاس والتويج والطلع ثلاثية الأوراق الزهرية سوارية الترتيب. ينفــتح المتــك بالمصاريع، وتحمل الخيوط عددا من الغدد الرحيقية. يتركب المتاع من كربلــة واحدة ذات بويضة واحدة وضعها المشيمى قمى. تنضج البويضة بعد الإخصاب

مكونة بذرة ذات جنين كبير الحجم، عديمة الإندوسبرم. الثمرة لبية berry تشبه الحسلة، وهى سوداء اللون.



شكل (٥٢): نبات القرفة السيلانى

A فرع مزهر B زهرة C سداة D قطعة من القلف

تزرع شجرة القرفة بالبذرة، وتقلم بعد ان يصبح عمرها حوالى ٤ – ٦ سنوات، بحيث يكون التقليم قريبا من سطح التربة، على أن يترك حوالى ٤ – ٧ هوائية قائمة. عندما تبلغ هذه الأفرع عامين من عمرها، تشذب وتزال أفرعها الجانبية، وتستبعد أطرافها الورقية. يجرى تحليق للأفرع عند العقد وعلى مسافات تقدر بحوالى ٢٠سم، وذلك بإستعمال سكين نحاسية. يراعى فى هذه الحالة عدم استعمال سكين من الحديد أو الصلب حتى لا يؤدى ذلك إلى إزالة لون القلف أو الإضرار به نتيجة لتفاعل الحديد مع الدباغ الموجود ضمن محتويات القلف. بعد التحليق، يجرى عمل شقوق طولية بين الحلقات، ويزال القلف بعناية فى صورة قطعتين طوليتين أنبوبتى الشكل، ثم تجفف هذه القطع تجفيفا هوائيا، تفاديا لفقد محتواها من الزيت الطيار، وذلك بعد تركها داخل حصيرة من ألياف جوز الهند لفترة يوم حتى يتم تفكيك الطبقات الخارجية من

القلف نتيجة حدوث عملية تخمر. تزال طبقات الفلين والقشرة الخضراء، وبعد أن تجف القطع قليلا وتكتسب شكلا أنبوبيا ضيقا، تصنف تبعا للطول وتجهــز فــى صورة حزم من عصى مجوفة. يتراوح طولها بين ٠,٨ – ١,٢ متر. تجفف هذه العصى فى الظل لمدة يوم ثم تعد حرارة الشمس ليوم آخر، ثم تعد فى صــورة حزم جاهزة للتسويق. القطعة الواحدة من القلف تكون ذات لون بنى داكن، يشاهد على سطحها الخارجى خطوط مموجة طوليا تمثل حزما من ألياف بريسكلية، كما يمكن أيضا مشاهدة ندب الأوراق أو الأفرع، أما السطح الداخلى لقطع القرفة فإنه يكون أدكن من نظيره الخارجى ومخططا طوليا. يتم تسويق القرفة فى صــورة عصى رفيعة، طرية، أنبوبية الشكل. تعتبر سرى لانكا، ومدغــشقر، وجزيــرة سيشيل، والبرازيل، المناطق الرئيسية لإنتاج القرفة.

محتويات القرفة:

١- زيت طيار تتراوح نسبته بين ٠,٥ – ١%، يــسود فيــه ألدهيــد القرفــة (السناميك) cinnamic aldehyde، إذ تتراوح نسبته فى الزيت بين ٧٥-٨٥%. يوجد الزيت الطيار فى خلايا خاصة مفــردة idioblasts ضــمن محتويات القشرة البارنكيمية للقلف. يتركب الزيت الطيار للقرفة من مركبات تربينية ومشتقات فينايل بروبان، وإليه تعزى أهمية القرفة فى مجال التوابل والعقاقير الطبية. تجدر الإشارة إلى أن الزيت الطيار المستخلص من جذور أو أوراق القرفة يختلف نوعا ما فى تركيبه الكيماوى عن نظيره المستخلص من القلف، حيث يسود كلا من يوجينول eugenol، وكــامفور campher فى زيت الجذور و الأوراق، فى حين يعتبر ألدهيد الــسناميك cinnamic aldehyde المكون الرئيسى لزيت القلف.

٢- ألياف خام تتراوح بين ٢٦ – ٣٠%.

٣- مقادير متفاوتة من دباغ ومواد مخاطية ونشا.

فوائد القرفة:

١- تستخدم كتابل فى صناعة الحلوى والفطائر، حيث تكسبها نكهة خاصة.

٢- تدخل فى صناعة الكارى واللبان والبخور.

٣- يجهز منها مشروب مفيد فى حالات عسر الهضم وفقدان الشهية.

٤- يحصل من أوراق الشجرة وجذورها على زيت طيار، مطهر وطارد للغازات.

٥- تكتسب القرفة أهميتها الطبية نتيجة احتوائها على زيت طيار يسود فيه ألدهيد السناميك الذى يعزى إليه الأثر الطبى للقرفة فى حالات انقباض الرحم.

القرفة الصينى chinese cassia

نبات القرفة الصينى *Cinnamomum aromaticum* Nees شجرة دائمة الخضرة تنتمى إلى عائلة الغار *Lauraceae*، موطنها الأصلى مقاطعة Kwangsi بالصين. يحصل على تابل القرفة من قلف أشجار يتراوح عمرها بين ٦ – ١٠ سنوات، فضلا عن أفرعها أيضا. لا تفصل الطبقات الخارجية من القلف غالبا، كما أن قطع القلف المتحصل عليها لا يتم لفها بإحكام فى شكل أنبوبى ضيق على النحو الذى يميز قطع القلف فى القرفة الهندى. تتميز القرفة الصينى برائحة عطرية أقوى، ومحتوى من الزيت الطيار أعلى مما هو عليه الحال فى القرفة السيلانى.

يستفاد أيضا كتابل من الثمار غير الناضجة لنبات القرفة الصينى التى يتم تجفيفها واستعمالها كتابل حيث يطلق عليها براعم القرفة *cassia buds* أو أزهار القرفة *flores cassiae*.

الفانيليا Vanilla

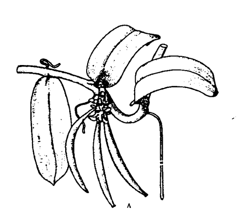
يضم حنس *Vanilla* من العائلة الأوركيديـــة *Orchidaceae* الفانيليـــا الحقيقية *Vanilla planifolia* Andr. التى تزرع فى أماكن متفرقة من المنطقة الإستوائية، فضلا عن نوعين آخرين يزرعان أيضا ولكن على نطاق ضيق هما:

١- فانيليا الهند الغربية *Vanilla pompona* Schiede، ويتم تداول ثمارهـــا تجاريا فى الدومينكان وجزيرة المارتينيك تحت مسمى *vanillons* حيـــث تستعمل غالبا لإنتاج مستخلص الفانيليا.

٢- فانيليا تاهيتى *Vanilla tahitensis* J. W. Moore، وتزرع فى كل مـــن تاهيتى وهاواى. جدير بالذكر أن هذا النوع يحقق فى الولايـــات المتحـــدة الأمريكية أسعارا تفوق نظيرتها من الفانيليا الحقيقية.

توفر الفانيليا الحقيقية حوالى ٩٦% من الإنتاج العالمى للفانيليـــا، وتعتبـــر مدغشقر، وجزر القمر، وإتحاد المستعمرات الفرنسية، المنتج الرئيسى لهـــا، إذ توفر هذه المصادر مجتمعة ٨٠% من الصادرات العالمية للفانيليا. فـــضلا عـــن هذا، تساهم كل من المكسيك وجاوه وأوغندا بدور بارز فى التجـــارة العالميـــة للفانيليا. لقد أمكن للفانيليا الطبيعية أن تسترد مكانتها البارزة فى السوق العالميـــة خلال السنوات الأخيرة، نظرا لرائحتها العطرية المميزة، وذلك بعد أن تعـــرض إنتاجها بصورة ملحوظة للخطر الناجم عن إنتاج الفانيليا صناعيا من اللجنـــين. يبلغ الإنتاج العالمى من الفانيليا حوالى ١٥٠٠ طن.

نبات الفانيليا *Vanilla planifolia* Andr. (شكل ٥٣) اســـتوائى كبيـــر الحجم، ينمو متسلقا الأشجار النامية معه أو الدعامات المجاورة. موطنه الأصلى المكسيك وأمريكا الوسطى، حيث تتوفر الظروف الملائمة لنموه غير أنه خـــارج نطاق هذه المناطق لا تتوفر حشرات نحل العسل الضرورية لإتمام عملية التلقيح، الأمر الذى يتطلب إجراء التلقيح يدويا. تستغرق الفترة التى تمر بين التلقيح وتمام النضج تسعة أشهر.



شكل (٥٣): نبات الفانيليا: فرع ثمرى

تستخلص الفانيليا المتداولة تجاريا من الثمار العلبة غير الناضجة، حيث تقتل هذه الثمار بتعريضها لتيار من الهواء الساخن أو معاملتها بالماء الساخن علـــى درجة حرارة حوالى ٧٠° م، غير أن هذه المعاملــة لا تكفـــى لوقــف النــشاط الإنزيمى، الــذى يــؤدى مـــرور الوقــت إلـــى تحلــل جليكوســيد الفـــانيللين glucovanillin تحللا مائيا، حيث ينفرد الجلوكوز ويتحرر الفانيللين vanillin. فضـلا عن هذا، تكتسب الثمار المعاملة (المتخمرة) لونا أسود بنى نتيجة للأكسدة. تتطلب عملية التخمر التقليدية قدرا كبيرا من العمل اليدوى، الأمر الذى اقتـــرح معه تطوير عملية التخمر آليا.

فى أوغندا، تتبع طريقة خاصة لاستخلاص الفانيليا، حيث تطحن الثمار أولا ثم تترك لتتخمر خلال فترة تتراوح بين ٤-٧ ساعات يتم خلالها تحلل جليكوسيد الفانيللين وانفراد الفانيللين.

الزنجبيل ginger

نبات الزنجبيل .*Zingiber officinale* Rosc ينتمـــى إلـــى العائلـــة الزنجبارية *Zingiberaceae* من ذوات الفلقة الواحدة، موطنه الأصـــلى غيـــر معروف على وجه التحديد ولكن من المحتمل أن يكون جزر الباسيفكى. اشـــتق إسم الجنس *Zingiber* من الشكل القرنى للريزوم. يزرع فى كثيـــر مـــن دول

العالم، وتعتبر كلا من الصين والهند المنتج الرئيسى له. تبلغ كمية الزنجبيل التى يتم تصديرها سنويا حوالى ١٦٠٠٠ طن، خاصـــة مـــن دول الهنـــد وماليزيـــا ونيجيريا.

نبات الزنجبيل عشبى، معمر ـ ريزومى (شكل ٥٤)، يتكون من الريزوم بضعة أفرع هوائية يبلغ طول كل منها حوالى متـــر. يتكـــاثر النبـــات بالعقـــل الريزومية، نظرا لأن ثماره نادرا ما يتكون بها بذور. الأوراق جالسة، رمحيـــة الشكل، كاملة الحافة، خضراء داكنة، ذات أغماد طويلة تحيط بالساق. الأزهـــار صفراء اللون، توجد فى نورات سنبلية، خنثى، وحيـــدة التنـــاظر، ذات غـــلاف زهرى يتكون من ست وريقات زهرية تتوزع فى محيطين بالتساوى. الأســـدية بتلية عقيمة، عدا سداة واحدة خصبة. يتركب المتاع من ثلاث كرابـــل ملتحمـــة، والمبيض سفلى يحاط عند قمته بقرص غدى. البويضات عديدة، والثمرة علبة.



شكل (٥٤): نبات الزنجبيل: نبات مزهر ذو ريزوم

تزرع العقل الريزومية وذلك عن طريق تقطيعها إلى قطع تسمى الأصابع، يحتوى كل منها على برعم. تكون الريزومات جاهزة للحصاد بعد حوالى عشرة أشهر من الزراعة، إذ يتكون خلالها بعض الأفرع الهوائيـــة التـــى تنمـــو مـــن الريزوم. الريزومات تكون ذات لون يميل إلى الاصـــفرار، إلا أن ريزومـــات بعض الأصناف تكون بيضاء اللون، أو تميل إلى اللون الأزرق أو الأحمر.

يختلف الزنجبيل التجارى فى مظهره تبعا لطريقة تجهيزه، وبالتالى توجد بصفة أنواع من الزنجبيل أهمها المقشور. يجهز الزنجبيل المقشور عن طريـــق تنظيف الريزومات من الجذور والبراعم وغيرها من الشوائب، ثم تغسل بالمـــاء حيث تنقع فى ماء نظيف لفترة مناسبة، تقشر بعدها لإزالة القلف داكـــن اللـــون. تؤدى عملية التقشير إلى تحسين نوعية الزنجبيل وكـــذلك لونـــه، فـــضلا عـــن المساعدة فى عملية تجفيفه. تغسل الريزومات ثانية بالماء ثم تجفف فى ضـــوء الشمس ولمدة حوالى أسبوع، تقلب الريزومات خلالها يوميا. قد تنقع الريزومات فى ماء الجير لمدة ١٢ ساعة ثم تغسل بالماء وتجفف على درجة حرارة تتراوح بين ٥٠ – ٦٠°م بغرض الحصول على ريزومات بيضاء اللون.

المقطع العرضى للريزوم، بعد تقشيرها، بيضاوى الشكل، تمثل القشرة حوالى ثلث الريزوم، يفصلها عن الإسطوانة الوعائية طبقة إندودرمس. تـــشغل الأسطوانة الوعائية الجزء الأوسط من الريزوم. الحزم الوعائية كثيـــرة العـــدد، تتوزع فى النسيج الأساسى الذى يتركب بدوره من خلايا بارنكيمية رقيقة الجدر، يتراوح قطر كل منها بين ٥٠–١٠٠ ميكرون. يحتوى معظم هذه الخلايا علـــى حبيبات نشا بسيطة، بيضاوية الشكل، ذات بروز طرفى توجد به السرة. يتراوح طول حبيبة النشا بين ١٢–٥٠ ميكرون، وعرضـــها بـــين ٢٠–٣٠ ميكـــرون، وسمكها بين ٧–١٠ ميكرون. تبدو بعض الخلايا البارنكيمية فى صـــورة نقـــط كثيرة العدد، صفراء اللون، تنتشر فى النسيج الأساسى للريزوم، نظـــرا لكونهـــا ذات طبيعة إفرازية لزيت طيار، وتكون ذات جدر مكوتنة. تحتوى هذه الخلايـــا

الإفرازية أيضا على مركبات غير متطايرة مثل راتنجات، وصبغات صفراء، ومواد حريفة، وذلك بالإضافة إلى الزيت الطيار.

يباع الزنجبيل المقشور (الأبيض) فى صورة قطع منضغطة، متفرعة، صغيرة، يتراوح طولها بين ٧-١٢سم. تتركب القطعة من ريزومات متفرعة، يتراوح طول الفرع بين ٣-٦سم. يبلغ سمك القطعة حوالى ٢سم، ذات لون أصفر فاتح من الخارج ومخططة طوليا. يوجد عند طرف كل فرع انخفاض دائرى يدل على موضع البرعم الذى تمت إزالته خلاله عملية تنظيف الريزوم. يوجد من الزنجبيل أيضا أصناف غير مقشورة، سوداء اللون أو محفوظة فى شراب سكرى، كما يتم تداول بعض الأصناف تجاريا فى صورة طازجة.

محتويات الزنجبيل:

١- زيت طيار تتراوح نسبته بين ١,٥ - ٣%، يتركب أساسا من مشتقات أكسجينية مثل بورنيول *borneol* ، وكامفور *campher*، وسنيول *cineol*، فضلا عن مكونات سيسكوتربين هيدروكربونات مثل كامفين *Pinene*, *camphen* وبالتالى *zingiberen*. تعزى رائحة الزنجبيل العطرية إلى وجود الزيت الطيار.

٢- مواد لاذعة، غير متطايرة، صفراء اللون، عديمة الرائحة، تسمى gingerol، تتراوح نسبتها بين ٥-٨%، يرجع إليها الطعم اللاذع المميز للزنجبيل. تتركب هذه المواد كيماويا من جسم أساسى عبارة عن فينايل بروبان ذى سلسلة جانبية طويلة. يمكن التخلص من هذا الطعم اللاذع عن طريق غلى الريزومات فى محلول أيدروكسيد بوتاسيوم (٢%).

٣- نشا حوالى ٥٦%، وألياف حوالى ٤%، فضلا عن راتنجات، وصبغات صفراء اللون.

يستفاد من الزنجبيل كتابل يدخل فى صناعة الحلوى والفطائر، نظرا لمحتواه من المواد الحريفة، والصبغات الصفراء والزيوت الطيارة، كما يستخدم

أيضا فى بعض الأغراض الطبية كطارد للغازات ومسكن للمغــص المعــوى، فضلا عن فوائده فى نزلات البرد والسعال.

فضلا عما تقدم، تصلح ريزومات الزنجبيل كمصدر عطرى، نظرا لوفرة محتوى زيوتها الطيارة من المركبات التربينية، إذ أن الزيت الطيار يعتبر مــن المنتجات الهامة للزنجبيل، علاوة على مستخلص الزنجبيل resinoid.

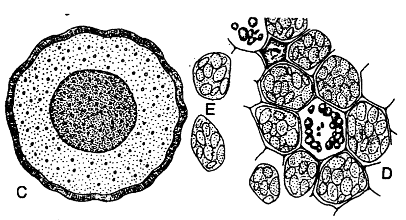
الزنجبيل اليابانى Japan ginger

الزنجبيل اليابانى *Zingiber mioga* (Thunb.) Rosc. ينتمـــى إلـــى العائلة الزنجبارية *Zingiberaceae* موطنه الأصلى اليابان. النبــات عــشبى، معمر، ريزومى، يتم تداول ريزوماته تجاريا غالبا فى صورة مقشورة ومنقوعة فى ماء الجير. تستعمل ريزوماته فى نفــس الأغــراض التـــى تــستعمل فيهـــا ريزومات الزنجبيل العادى، غير أنها أقل جودة، ولا تتميز بالطعم اللاذع. فـــى اليابان، تؤكل أيضا الأغصان الحديثة للنبات، ونوراته.

الكركم turmeric

نبات الكركم *Curcuma longa* L. ينتمى إلـــى العائلـــة الزنجباريـــة *Zingiberaceae*، موطنه الأصلى جزر الملايو وإندونيسيا. تكثر زراعته فـــى مناطق جنوب شرق وشرق آسيا، فضلا عن جزر الهند الغربية. يبلغ إنتاج الهند سنويا من الكركم ١٢٠٠٠٠ طن، يصدر منها حـــوالى ١٠٠٠٠ طـــن. النبـــات عشبى معمر ذو سيقان ريزومية تشبه البصلة (شكل ٥٥) تحتـــوى ريزومـــات الكركم على صبغة صفراء اللون تسمى كوركومين curcumin تبلـــغ نـــسبتها حوالى ٠,٣%، تنتج فى خلايا إفرازية متخصصة ثم تخزن فى خلايا بارنكيمية خاصة idioblasts ضمن مكونات النسيج الأساسى للريزوم. يحتوى الريـــزوم أيضا على زيت عطرى تبلغ نسبته حوالى ٥%، فضلا عن مكونات أخرى عديدة مثل راتنجات ونشا.

يستفاد من ريزومات الكركم كمصدر للصبغة، إلى جانـب اسـتخدامها كتابل يدخل بصفة أساسية فى عمل مسحوق الكارى. علاوة على ما تقدم، يستفاد من ريزومات الكركم فى بعض الأغراض الطبية، نظرا لمحتواها مـن صـبغة الكوركومين، فضلا عن المكونات التربينية للزيت الطيار.



شكل (٥٥): نبات الكركم

C قطاع عرضى فى الريزوم

D أجزاء نسيجية من الريزوم تحتوى على خلايا زيتية وكرات عجينية

E تجمعات كروية منفردة

شجرة فلفل بيرو أو فلفل الزينة Peru pepper tree

نبات فلفل الزينة أو بيرو *Schinus molle* L. ينتمـى إلـى العائلـة الأنكاردية *Anacardiaceae*، موطنه الأصـلى المكـسيك وشـيلى وجنـوب البرازيل وأوروجواى. النبات شجرة مستديمة الخضرة، يصل إرتفاعها حـوالى ١٥ متر، ذات أوراق مركبة ريشية، قد يصل عدد وريقاتها إلى خمسين أو أكثر. الوريقات رمحية الشكل، مسننة أو كاملة الحافة. الأزهار خنثى أو وحيدة الجنس، ذات لون أبيض مصفر أو اصفر ذهبى، توجد فى نورات عنقودية. الثمار حسلة Drupe حمراء اللون، وحيدة البذرة.

يستفاد من الثمار فى بيرو لإعداد وتجهيز مشروب كحولى ضعيف، كما تصدر كل من بيرو والأكوادور الثمار بصورة منتظمة إلى الولايـات المتحـدة حيث يستفاد من الثمار المجففة كتابل يستخدم كمادة حافظة للحـوم ومنتجاتهـا، فضلا عن تحسين نكهة بعض الأغذية. تستخلص زيوت طيارة مـن كـل مـن الأوراق والثمار حيث يستفاد منها كمصدر عطرى.

حشيشة الدينار hop

حشيشـة الدينار .*Humulus lupulus* L تنتمى إلـى العائلـة التوتيـة *Moraceae*، موطنها الأصلى أوروبا، وغرب سيبيريا، ووسط آسيا، وكنـدا، وجنوب الولايات المتحدة الأمريكية. يعزى مصدر إسـم الجـنس إلـى كلمـة Humus وتعنى الأرض، إذ أن النبات ينمو زاحفا على الأرض إذا لم يتوفر له دعامة يتسلق عليها، أما إسم النوع *lupulus* فإنه يعنى الذباب،نظرا لأن طبيعة نمو النبات تعتمد على مقدرته على خنق النباب الذى يتسلق عليه. النبات عشبى معمر، متسلق، يزرع عن طريق الإكثار الخضرى للنباتـات المؤنثـة. الأوراق بسيطة، بيضاوية مستديرة الشكل، مسننة الحافة، العليا منها غير مفصصة، أمـا السفلى فهى مفصصة إلى ثلاثة فصوص عميقة. الأزهار وحيدة الجنس، توجـد فى نورات أبطية، إما مذكرة دالية، أو مؤنثة ذات لون أصفر مخضر، تتجمع فى نورات شبه مخروطية الشكل. أوراق الغلاف الزهرى أثرية أو غائبـة، الطلـع والمتاع خماسى الأوراق الزهرية. تتميز قنابات الأزهار خاصة فـى النـورات المؤنثة بوجود شعيرات غدية عديدة الخلايا ذات عنق ورأس مفـرزة للـراتنج، يتركز وجودها على الجزء القاعدى للقنابات. تبلغ القنابات أحجاما كبيـرة عنـد بلوغ مرحلة الإثمار، حيث تصبح عندئذ متراكبة، وتغطى التراكيـب الثمريـة أسفلها. عندما تكتسب التراكيب الثمرية اللون الداكن، يتم جمعهـا لاسـتخلاص الراتنج.

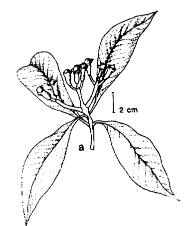
يستفاد من الراتنجات كمادة حافظة فى صناعة البيرة، كما تكسبها رائحة ونكهة مميزة. فضلا عن هذا، يحتوى الراتنج على مواد مرة مثل humulon, lupulon التى تتميز بتاثيرها المهدئ، وبالتالى تستخدم طبيا فى تحضير بعض العناصر المهدئة مثل lupulin. من ناحية أخرى، يحصل من التراكيب الثمرية بالتقطير على زيت طيار تصل نسبته أحيانا إلى ١% ويسمى زيت حشيشة الدينار hop oil، حيث يستفاد منه كمصدر عطرى. يتركب الزيت الطيار بصفة أساسية من مركبات تربينية مثل humulene، أما المذاق المر فإنه يعزى لكثير من المواد الفعالة مثل humulol. يحتوى الزيت الطيار أيضا على جيرانيول geraniol، ولينالول linalool . يستفاد أيضا من الزيت الطيار فى صناعة العطور، فضلا عن تحسين رائحة ونكهة بعض المشروبات. يبلغ الإنتاج العالمى من النورات المؤنثة المجففة حوالى ١٠٧٠٠٠ طن، تنتج منها أوروبا ٧٠٠٠٠ طن.

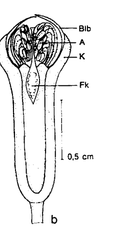
القرنفل العطرى clove

نبات القرنفل *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et L.M. Perry ينتمى إلى العائلة الآسية *Myrtaceae*، موطنه الأصلى الفلبين ومجموعة جزر ملقا شرق إندونيسيا. يبلغ الإنتاج العالمى من البراعم الزهرية للقرنفل حوالى ٣٠٠٠٠ طن، يصدر منها حوالى ١٨٢٠٠ طن. تمثل تنزانيا ومدغشقر أهم الدول المصدرة للقرنفل، وتساهم أيضا كل من سرى لانكا والبرازيل ولكن بكميات محدودة نسبيا. من جهة أخرى، تعتبر إندونيسيا أكثر الدول استهلاكا لزيت القرنفل حيث تستهلك حوالى ١٢٠٠ طن فى صورة خليط مع تبغ أحد أنواع السجاير المشهورة.

نبات القرنفل شجرة دائمة الخضرة، يصل إرتفاعها إلى حوالى عشرة أمتار، ذات أوراق متقابلة، بيضاوية الشكل، كاملة الحافة (شكل ٥٦). تتميز الأوراق بوجود غدد زيتية تشاهد كنقط على أسطحها السفلى، حيث تكسب

الأوراق رائحة عطرية مميزة نظرا لمحتواها من زيت طيار. توجد الأزهار فى نورات عنقودية (شكل ٥٦)، وتكون البراعم الزهرية عند تكشفها بيضاء اللون ثم تتحول إلى اللون الأخضر وأخيرا تصبح قرمزية اللون. القرنفل المستهلك تجاريا عبارة عن البراعم الزهرية التى يحصل عليهـا مـن نـورات النبـات. ينـتج المحصول بعد حوالى ست سنوات من عمر الشجرة التى تظل نامية حتى تبلـغ من العمر سبعين عاما.





شكل (٥٦): نبات القرنفل

a أوراق خضرية ونورة محدودة　　　b قطاع طولى فى برعم زهرى

k كأس　　A متوك　　Fk مبيض　　Blb بتلات

تقطف البراعم يدويا وهى لا تزال خضراء أو بعد أن تـصبح قرمزيـة اللون، ثم تجفف تحت حرارة الشمس العادية لمدة تصل حوالى ثلاثة أيام، تفقـد خلالها البراعم حوالى ٦٠% من وزنها، وتكتسب لونا بنيا يميل إلى الاحمـرار تعبأ بعدها وتجهز للتسويق.

القرنفل جيد المواصفات يكون بنى اللون أو محمـرا، يتـراوح طـول البراعم الزهرية بين ١٦ – ٢١مم، الجزء القاعدى عبارة عن عنـق أسـطوانى منضغط، يتراوح طوله بين ١٠-١٣مم، أما الجزء العلوى فهو منتفخ، يتركـب من أربع سبلات سميكة، وتويج يشبه فى شكله القبو يتكون مـن أربـع بـتلات

مقعرة الشكل. الأسدية عديدة يتوسطها قلم واحد أسطوانى، طوله حوالى ٣مـم، يوجد عند قاعدته قرص رحيقى nectar disk. المبيض سفلى يحتـوى علـى مسكنين، يوجد فى الجزء العلوى من عنق البرعم. الجزء القاعدى لعنق البـرعم الزهرى، اسفنجى مصمت يحتوى المسكن الواحد على عـشرين بويـضة ذات وضع مشيمى مركزى. توجد غدد زيتية عديدة علـى جميـع أجـزاء البـرعم الزهرى، ويكثر وجودها على حافة الجزء القاعدى للعنق وسبلات الكأس.

محتويات البراعم الزهرية:

١- زيت طيار تتراوح نسبته بين ١٥-٢٠%، أهم مكوناته يوجينول eugenol، وهو عديم اللون، يتميز برائحة القرنفل. جدير بالذكر، أن طـرز القرنفـل البرية تنتج زيتا طيارا بنسب ضئيلة، يكون خاليا تقريبا من اليوجينول، فى حين تتميز الطرز المنزرعة فى كل من تنزانيا ومدغـشقر وجـزر ملقـا الأندونيسية بإنتاج وافر من زيت طيار تتجاوز نسبة اليوجينول فيه ٨٠%. يحصل على هذا الزيت بالتقطير من أوراق النبات وأعناق الأزهار وبقايـا فريعات النورات فضلا عن الأفرع الغضة.

٢- ألياف تتراوح نسبتها بين ٨ – ٩%.

٣- دباغ تصل نسبته حوالى ١٢% يكسب القرنفل طعما قابضا.

فوائد القرنفل:

١- يستفاد من أكثر من ثلثى إنتاج العالم من زيت القرنفل فى صورة خليط مع تبغ أنواع السجاير المشهورة فى إندونيسيا.

٢- يستفاد من زيت القرنفل فى صناعة العطور وبعض النواحى الطبية كمسكن لآلام الأسنان، كما يستخدم كمصدر للحصول على مادة الفانيللين.

٣- يستخدم زيت القرنفـل كمـادة مروقـة ومجففـة لـبعض التحـضيرات الميكروسكوبية.

٤- تستعمل البراعم الزهرية كتابل يضاف إلى بعض الأغذية.

الكمون الأسود (حبة البركة) black cumin

حبة البركة أو الكمون الأسود *Nigella sativa* L. نبات حولى ينتمى إلى العائلة الشقيقية *Ranunculaceae* يرجح أن يكون موطنه الأصلى آسيا الصغرى وجنوب شرق أوروبا. النبات عشبى قائم (شكل ٥٧)، غزير التفريع، يصل إرتفاعه إلى ٦٠سم، أوراقه بسيطة مفصصة تفصيصا خيطيا، أزهاره مفردة، بيضاء مشوبة بلون أزرق. الغلاف الزهرى يتركب من خمس أوراق بتلية ثم ثمانى أوراق عسل تمثل غددا رحيقية لحفظ الرحيق، يليها ثمانية صفوف من الأسدية تمثل محيط الطلع. يتراوح عدد الكرابل بين ٥-١٢، تلتحم بدرجات متفاوتة مكونة مبيضا مركبا. البذرة إندوسبرمية، سوداء اللون، والجنين دقيق، مستقيم، يوجد مطمورا فى الإندوسبرم.

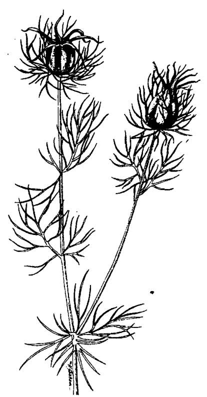
تعتبر البذور العضو ذو الأهمية الإقتصادية نظرا لمكوناتها التالية:

١- زيت طيار تصل نسبته إلى ١% ويحتوى على مواد كيماوية لكل منها نشاط فعال، أهمها النيجلون nigellone وهو المركب الأساسى فى الزيت الطيار، فضلا عن مادة ثيموهيدروكينون thymohydroguinane التى تترسب من الزيت الطيار عند حفظه على درجة حرارة ٤°م.

٢- زيت ثابت تتراوح نسبته فى البذور بين ٣٠-٣٥%، وهو سائل لونه أصفر مائل للإحمرار، ذو رائحة مقبولة.

٣- تحتوى البذور أيضا على بعض المواد العضوية والمعدنية أهمها بروتين تصل نسبته ٢١%، ودهون ٣٥,٥%، وكربوهيدرات ٣٤,٧%.

أوضحت كثير من الأبحاث أن للبذور فوائد صحية عديدة، مثل تنشيط الجهاز المناعى، وزيادة مقدرته على مقاومة الأمراض التى تسببها بعض أنواع البكتريا والفيروسات، فضلا عن القدرة على مقاومة إنتشار الخلايا السرطانية.



شكل (٥٧): نبات حبة البركة

تختلف الآراء فى تفسير فاعلية الكمون الأسود أو حبة البركة، فـالبعض يرى أن الزيت الطيار هو مصدر فاعلية البذور طبيا، فى حين يـرى الـبعض الآخر أن الزيت الثابت هو المسئول عن الخواص العلاجية لها.

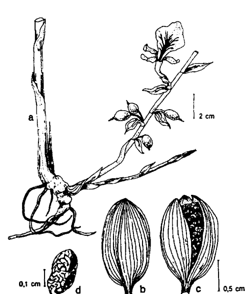
يحصل على زيت حبة البركة عن طريق جرش البذور بعد تحميصها ثم عصرها، وهذه الطريقة تؤدى إلى تطاير الزيت الطيار. يحصل علـى الزيـت الثابت أيضا باستعمال المذيبات العضوية مثل الهكسان، وهذه الطريقـة تـؤدى أيضا إلى تطاير الزيت الطيار. وللاستفادة من كل من نوعى الزيـت (الثابـت والطيار) يجب استخدام البذور كاملة أو فى صورة مجروشة، نظرا لأن الزيـت بنوعية لا يمثل جميع مكونات البذرة الفعالة.

تستعمل بذور الكمون الأسود كتابل يضاف إلى أنواع الجبن المختلفـة، وبعض أنواع الخبز والفطائر والمعجنات الأخرى فى كل من دول جنوب غرب آسيا ودول منطقة البلقان.

الحبهان Cardamom

نبات الحبهان *Elettaria cardamomum* (L.) Maton ينتمى إلـــى العائلة الزنجبارية *Zingiberaceae*، موطنه الأصلى مقاطعة مالابار الواقعــة على الشاطئ الجنوبى الغربى من الهند، وهو نبات عشبى معمر، ينمو بريا فـــى الغابات الرطبة جنوب الهند. يزرع فى الهند وسيلان وجاميكا، ويتراوح ارتفاعه بين ١-٢ متر، ذو ساق ريزومية، يتكون منها أفرع خضرية هوائية قريبة مـــن سطح التربة، وتحمل نورات سنبلية مركبة (شكل ٥٨).

يتكاثر النبات بالبذرة التى تحتاج فترة حوالى أربعة أشهر حتى تنبــت. يصل النبات إلى إرتفاع قدم خلال عام، ينقل بعده إلى المكان المستديم. يبدأ نبات الحبهان فى الإثمار عند نهاية العام الثالث من زراعتـــه ويـــستمر نحـــو أربـــع سنوات.



شكل (٥٨): نبات الحبهان

a قاعدة النبات ومعها نورة

b, c ثمرة مغلقة وأخرى منفتحة

d بذرة

الثمرة هى العضو ذو الأهمية الإقتصادية، تنتج عن مبيض زهرة يتركب من ثلاث كرابل ملتحمة. يحتوى المبيض على ثلاثة مساكن عديدة البويـــضات، ذات وضع مشيمى مركزى. الثمرة علبة capsule، خضراء اللون أو مصفرة، بيضاوية الشكل أو مستطيلة نوعا، يتراوح بين ١-٢ســـم، ذات ثلاثـــة أوجـــه وحواف مقوسة، ينتهى طرفها بمنقار صغير يمثل بقايا الغلاف الزهرى. غلاف الثمرة جاف هش، ذو رائحة كافورية، تشاهد عليه خطوط طولية. تحتوى الثمرة على ثلاثة مساكن يفصلها عن بعضها البعض حواجز غشائية. يحتوى كل مسكن على عدد من البذور يتراوح بين ٥ – ٨ بذور تكون متلاصقة معا بمادة لزجـــة من إفرازاتها. البذور تكون مغلفة بغشاء رقيق، أسطحها مجعدة طوليا، معظمها غير منتظم الشكل، وذات رائحة عطرية مميزة، وطعم حريف. البذرة صـــغيرة، يتراوح طولها بين ٢,٥ – ٣مم، بيضاوية الشكل تقريبا، منـــضغطة، أســـطحها مجعدة وجوانبها مقوسة. البذرة جامدة، يحيط بها غلاف خارجى سميك يـــسمى aril غير ملون. ينشأ هذا الغلاف جزئيا من السرة والطرف النقيرى للبويضة. تظهر البذرة، أسفل الغلاف الخارجى، ذات قصرة لونها بنى أو أحمـــر داكـــن، عليها ٦-٨ تجاعيد عرضية. تمتلئ البذرة بنسيج البريسبرم النـــشوى، أبـــيض اللون، يتوسطه إندوسبرم قليل، أصفر اللون، يحيط بالجنين. الجنـــين مـــستقيم، أسطوانى الشكل تقريبا، طوله حوالى ٠,٥ مم. يوجد الزيت الطيار فى طبقة من خلايا كبيرة فى قصرة البذرة التى تنشأ من غلافى البويضة النـــسبة بـــين وزن غلاف الثمرة وما بها من بذور هى ١ : ٣.

يتم حصاد الثمار الناضجة وهى لا تزال خـــضراء تميـــل إلـــى اللـــون الأصفر، نظرا لأن تركها إلى ما بعد هذه الفترة يؤدى على إنفتاحهـــا وتـــساقط بذورها. تجفف الثمار هوائيا تحت تأثير نار هادئة، وتزال عنها الأعناق وبقايـــا أجزاء الزهرة. تصنف الثمار وتعد للتسويق بعد تمام جفافها الذى يستغرق حوالى ٣٠ ساعة.

تعتبر الهند أهم الدول المنتجة للحبهان، فى حين تمثل الدول العربية أكثر دول العالم إستهلاكا له، حيث يستعمل الحبهان كتابل يضاف لمشروب القهـوة. تبلغ الصادرات العالمية من الحبهان ٣٠٠٠ طن سنويا، تصدر الهند منها حوالى ٢٠٠٠ طن، وجواتيمالا ٦٥٠ طن، أما الباقى فإنه يصدر من كل مـن تايلانـد وسرى لانكا. يعتبر تابل الحبهان ثالث أغلى التوابل سعرا بعد كل من الزغفران والفانيليا.

محتويات البذور:

١- تحتوى البذور على زيت طيار تتراوح نسبته بين ٢-٨% يتركب أساسا من مركبات تربينية، ترجع إليه النكهة المميزة لتابل الحبهان.

٢- تحتوى البذور على كمية وافرة من النشا.

فوائد الحبهان:

١- تابل مفيد فى تحسين نكهة ورائحة كثير من الأغذية، وكذلك الشاى والقهوة، فضلا عن بعض الأدوية.

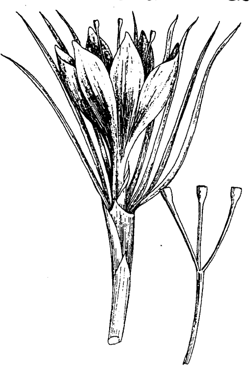
٢- يدخل فى تحضير مسحوق الكارى فى الهند، كما يضاف إلى الفطائر فـى روسيا.

٣- يتميز بخواص علاجية كمسكن معوى، وطارد للغازات، نظرا لمحتواه مـن الزيوت الطيارة.

الزعفران saffron

نبات الزعفران .*Crocus sativus* L ينتمى إلـى العائلـة الـسوسنية *Iridaceae*، وهو عشب معمر، ذو كورمات أرضية كروية منضغطة (شـكل ٥٩). استخدم الزعفران كتابل وصـبغة عنـد قـدماء المـصريين والرومـان والإغريق. أسبانيا هى الدولة الرئيسية المنتجة للزعفران، غير أنه يزرع أيـضا فى جنوب فرنسا، وإيطاليا، وجنوب غرب آسيا، والهند، حيث يتم تداوله بإنتظام فى هذه المناطق. لقد تراجعت تجارة الزعفران فى الأسـواق العالميـة بـشكل

ملحوظ، نظرا لارتفاع أسعاره، إذ يعتبر أغلى التوابل بصفة عامة، حيث يقدر سعر الزعفران بعشرين ضعف نظيره من الفانيليا.



شكل (٥٩): نبات الزعفران

يحصل على عقار الزعفران المستخدم كتابل من المياسم المجففة لأزهار النبات. طلع الزهرة يتركب من ثلاث أسدية ذات متوك صفراء اللون أكثر طولا من الخيوط. المبيض ينتهى من أعلى بقلم ذى ثلاثة أفرع ميسمية طويلة، حمراء اللون لامعة، رائحتها عطرة. يبلغ طول الفرع الميسمى حوالى ٢٥مم، وهو أنبوبى الشكل، ذو قمة عريضة، ضيق عند قاعدته حيث يتصل بالقلم أصفر اللون. يظل نبات الزعفران منزرعا طيلة أربع سنوات، وتجمع الأزهار عند شروق الشمس عقب تفتحها وبصورة يومية. تنقل الأزهار إلى مكان تقصف فيه المياسم، وقمم الأقلام، ثم تجفف فى غرابيل على نار هادئة. تستغرق عملية التجفيف فترة تتراوح بين ٣٠ – ٥٠ دقيقة. تعطى كمية أزهار قدرها ٦٠ ألف

زهرة حوالى ٠,٥ كيلوجرام من مياسم مجففة، هشة، سهلة التكسر. ينتج الهكتار حوالى ٢٥ كيلوجرام من المياسم المجففة. يحتوى مسحوق المياسم المجففة على آثار من زيت عطرى، وصبغة حمراء تسمى Crocin تذوب فى الماء وتعطـــى لونا أصفر، فضلا عن مواد لاذعة ذات طعم قابض، عديمة اللون.

تستخدم صبغة الزعفران كمادة ملونة للغذاء والدواء، كما يـــستفاد مـــن الزعفران فى بعض النواحى الطبية كمضاد للتقلص، وكمنبه.

يستفاد من مسحوق الزعفران كتابل محسن لنكهة ولون الأغذية. من جهة أخرى، أوضحت التجارب الحديثة أن مـــادة Crocetin الموجـــودة فـــى تابـــل الزعفران تتميز بخواص علاجية هامة، إذ أنها تؤدى إلى خفض معنوى فى نسبة الكوليسترول فى الدم.

الثوم garlic

الثوم .*Allium sativum* L ينتمى إلى العائلـــة البـــصلية *Alliaceae*، موطنه الأصلى جنوب غرب آسيا. يبلغ الإنتاج العالمى من الثـــوم ١,٣ مليـــون طن، تنتج منها الهند ٢٥٠٠٠٠ طن، ومصر ١٤٥٠٠٠ طن، وأسبانيا ١٣٥٠٠٠ طن. يتميز هذا النبات بمقاومته لظروف الجفاف والحرارة العالية.

نبات الثوم عشبى معمر، تتجدد زراعته ســـنويا، ذو مجمـــوع جـــذرى عرضى ليفى، ساقة أرضية بصلة Bulb، تتركب من عـــدة فـــصوص، تغلـــف بورقة غشائية شفافة ذات لون أبيض أو قرنفلى. الفصوص عبارة عـــن بـــراعم إبطية، تنمو فى آباط قواعد الأوراق وتكبر فى الحجم نتيجة تخزينها مواد غذائية مختلفة. تترتب هذه الفصوص فى محيطات وتختلف أحجامها تبعا لموقعها فـــى البصلة. أوراق النبات شريطية ذات نصل زورقى الشكل. نادرا ما يزهر النبات تحت ظروف الزراعة الحقلية. الأزهار توجد فى نورات خيميـــة، ذات غـــلاف زهرى تبلى (٣+٣)، والطلع يتركب من ست أسدية فى محيطين (٣+٣). أمـــا المتاع فإنه يتركب من ثلاث كرابل ملتحمة، والبويـــضات عديـــدة ذات وضـــع

مشيمى مركزى. الثمرة علبة تتفتح مصراعيا، ذات بذور عديدة سوداء اللـــون، نظرا لاحتواء القصرة علـــى أحـــد مـــشتقات البـــولى أســـيتيلين وهـــى مـــادة Phytomelane حيث توجد فى المسافات البينية لخلايا قصرة البذرة. الغـــلاف الداخلي للبويضة يكون منضغطا فى صورة طبقة رقيقة. العضو المستعمل مـــن الثوم كتابل هو الفصوص التى يمثل كل منها برعما إبطيا يحتوى على كثير من المواد الفعالة فى صورة مخزنة مثل:

١- صابونينات ستيرودية Steroidsaponine تمثل مادة خام لإنتـــاج بعـــض الهرمونات الجنسية.

٢- مشتقات للحامض الأمينى cystein مثل homologa, alliin، والتى تتحلل بواسطة إنزيم متخصص يسمى alliinase مكونة أحد المضادات الحيويـــة من نوع allicin.

٣- زيت طيار يحتوى على مركبات كبريتية مثل di-and polyalkylsulfide التـــى يعـــزى إليهـــا الرائحـــة المميـــزة للثـــوم، فـــضلا عـــن مركـــب methylallyltrisulfide الذى يوجد فى الثوم بنسبة تتراوح بين ٤-١٠% ويتميز بخواص طبية هامة كمثبط لتكوين الجلطة الدموية.

فوائد الثوم:

١- يستخدم الثوم فى طهى الأطعمة، وكتابل لحفظ الأسماك واللحوم.

٢- يعتقد أن الثوم يساعد فى تقوية الجهاز المناعى للجسم.

٣- يستعمل الثوم كمسكن للآلام الموضعية مثل آلام الأذن الخارجية والأسنان، وذلك باستعمال خليط من مطحون الثوم مع زيت الزيتون فى صورة طبقـــة رقيقة توضع على موضع الألم.

٤- يستعمل خليط الثوم المطحون مع زيت الزيتون فى علاج قـــشرة الـــرأس، فضلا عن علاج القروح والجروح.

٥- يعتقد أن للثوم القدرة على التخلص من الديدان المعوية خاصة لدى الأطفال، كما أنه مفيد فى علاج حالات البول السكرى، والإمساك، والإسهال.

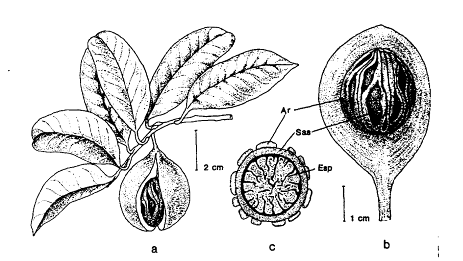
٦- أوضحت التجارب الحديثة، أن للثوم دورا هاما فى مجال الطب الشعبى كمضاد للبكتريا، وخافض للكوليسترول وضغط الدم المرتفع لدى المرضى.

جوز الطيب nutmeg, mace

جوز الطيب *Myristica fragrans* Houtt. ينتمى إلى العائلة جوز الطيب *Myristicaceae*، موطنه الأصلى هو مجموعة الجزر الشرقية من إندونيسيا. النبات شجرة ثنائية المسكن Dioecious، دائمة الخضرة، تنتشر زراعتها فى مناطق جنوب شرق آسيا، وجزر الهند الغربية. تقتصر صادرات جوز الطيب تقريبا، على كل من إندونيسيا، وجرينادا، فضلا عن كميات محدودة نوعا من سرى لانكا، إذ تبلغ صادرات هذه الدول مجتمعة ٨٥٠٠ طن.

أوراق النبات بسيطة، كاملة الحافة، جلدية القوام، أزهاره مفردة، كبيرة الحجم، وحيدة الجنس، لا يتميز فيها الغلاف الزهرى إلى كأس وتويج، وتتلقح بالطيور. الأسدية والكرابل عديدة ومنفصلة، تترتب حلزونيا على التخت مخروطى الشكل. الثمرة فقيرة achene ذات بذرة واحدة لونها بنى داكن. تحاط البذرة بغلاف سميك ذى لون أحمر داكن يسمى aril، وهى ذات جنين صغير الحجم يوجد مطمورا فى نسيج الإندوسبرم الذى يتخلله نسيج بريسبرم فى صورة إمتدادات أنبوبية (شكل ٦٠).

تستخدم بذور جوز الطيب وغلافها ذو اللون الأحمر فى أغراض التوابل، فضلا عن بعض العقاقير الطبية، نظرا لإحتوائها على خلايا زيتية خاصة idioblasts تحتوى على زيت طيار يتركب بصفة أساسية من تربينات، فضلا عن مشتقات فينايل بروبان مثل elemicin, myristicin, safrol يعزى إليها التأثير السام لزيت جوز الطيب.



شكل (٦٠): نبات جوز الطيب

a فرع ثمرى	b قطاع طولى فى ثمرة	c قطاع عرضى فى بذرة
Ar غلاف البذرة	Esp إندوسبرم	Sas قصرة البذرة

فضلا عما تقدم، يستفاد من جوز الطيب فى الأغراض التالية:

١- يستعمل لحم الثمار محليا فى صناعة الحلوى.

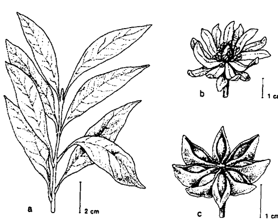
٢- يستخلص زيت ثابت من اندوسبرم البذور.

٣- يستفاد من غلاف البذرة aril المجفف كنوع من التوابل، نظرا لاحتوائه على زيت طيار يوجد مخزنا فى خلايا خاصة مفردة.

اليتسون النجمى star-anise

نبات الينسون النجمى *Illicium verum* Hook. F. ينتمى إلى العائلة *Illiciaceae*، موطنه الأصلى الصين، ويزرع فى كل من جنوب الصين، ومقاطعة تونكنج Tongking شمال فيتنام. النبات من الأشجار الخشبية دائمة الخضرة، يتميز جهازها الوعائى بوجود القصبيات فى نسيج الخشب. الأوراق بسيطة، كاملة الحافة، جلدية القوام (شكل ٦١). الأزهار كبيرة، مفردة، خنثى، ذات غلاف زهرى غير مميز غالبا إلى كأس وتويج. الطلع والمتاع يتركب كلا منهما من عديد من أوراق زهرية منفصلة، تترتب حلزونيا على تخت الزهرة

مخروطى الشكل. تتلقح الأزهار بواسطة الطيور. الثمرة متجمعة من مجموعة جرابيات aggregate of follicles (شكل ٦١). تلتحم معا قاعديا فى سوار واحد، حيث تحتوى كل ثميرة على بذرة واحدة إندوسبرمية ذات جنين صغير. يتميز الغلاف الثمرى بإحتوائه على خلايا إفرازية، تنتج زيتا طيارا تسود فيه مادة الأنيثول trans-anethole، حيث تصل نسبتها فى الزيت إلى ٩٠%. فضلا عن هذا، يحتوى الزيت الطيار أيضا على مركبات تربينية أخرى مثل سنيول 1,4-cineol.



شكل (٦١): نبات الينسون النجمى

a فرع خضرى   b زهرة   c ثمرة

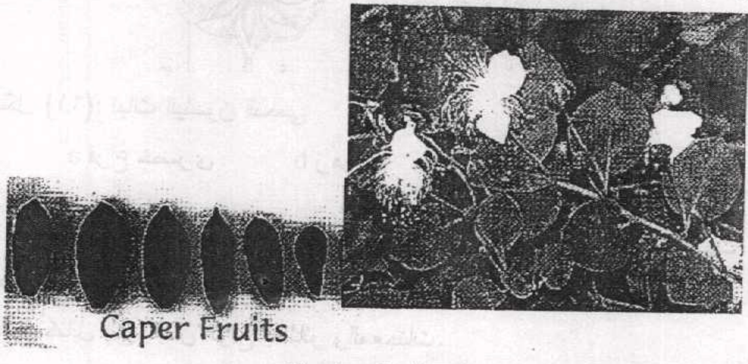
تستعمل الثمار كتابل محسن لنكهة بعض الأغذية نظرا لوجود الزيت الطيار، كما تستخدم أيضا فى مصر عند إنتاج مشروب العرقسوس. تضاف الثمار كتابل إلى بعض أنواع الفطائر والمعجنات.

فضلا عن هذا، يستفاد من الثمار على نطاق واسع لتقطير الزيت الطيار، الذى يتم تداوله تجاريا تحت مسمى زيت الينسون، وهو رخيص الثمن إذا قورن بنظيره زيت الينسون الحقيقى من ثمار نبات الينسون *Pimpinella anisum*. يستخدم زيت الينسون النجمى فى صناعة العطور، وفى تجهيز المشروب الكحولى likoere فضلا عن الاستفادة به فى بعض الأغراض الطبية.

الكبر capers

نبات الكبر .*Capparis spinosa L* ينتمى إلى العائلة الكبارية *Capparaceae*، موطنه الأصلى البرتغال، ودول حوض البحر المتوسط، وأرمينيا، وتركمستان، وغرب التبت، وغرب الهيمالايا. يزرع بصفة رئيسية فى جنوب فرنسا، وأسبانيا، فضلا عن دول حوض البحر المتوسط، والولايات المتحدة الأمريكية، ودول أخرى غيرها.

نبات الكبر شجيرة ذات ساق قصيرة ينمو فيها عدة أفرع، الساق الحديثة ذات لون بنى مخضر مائل للبنفسجى، أما المسنة فهى بيضاء اللون. الأوراق بسيطة، معنقة، كاملة الحافة متبادلة (شكل ٦٢)، جلدية القوام. الأزهار فى نورات عنقودية، خنثى، ذات لون أبيض وردى. الكأس والتويج رباعية الأوراق الزهرية، أما الطلع فهو عديد الأسدية. المتاع يتركب من كربلتين ملتحمتين، والثمرة علبة Capsule. البذور الناضجة عديمة الإندوسبرم.



شكل (٦٢): نبات الكبر

تحتوى بذور الكبر على مقدار وافر من زيت ثابت يوجد مخزنا فى خلايا الجنين، وهو عبارة عن جلسريد أحماض دهنية غير مشبعة، خاصة حامض الأوليك واللينوليك.

يتميز الكبر باحتوائه على جليكوسيد زيت الخردل glucosinolate الذى يتحلل بواسطة إنزيم ميروسنيز myrosinase الموجود فى خلايا خاصة تسمى خلايا الميروسين myrosine cells، مكونا الزيت ذو الطعم اللاذع مع إنفــراد الجلوكوز.

فوائد الكبر:

١- تستعمل البراعم الزهرية كتابل محسن لنكهة بعض الأغذية.

٢- يستفاد من أوراق النبات فى تجهيز مشروب مفيد فى علاج حالات المغص الكلوى، وكذلك الإصابات المعدية التى تكون مصحوبة بكثرة القئ.

٣- تستعمل جذور النبات فى بعض الأغراض الطبية.

توابل العائلة الشفوية

يستفاد من كثير من أنواع العائلة الشفوية كتوابل، أو كنباتات طبية، نظرا لمحتوياتها من الزيت الطيار. فضلا عن هذا، تحتوى أيضا معظم أنواع العائلــة الشفوية على مواد مرة، ودباغ وفلافونويدات. وفيما يلى أنواع العائلة الــشفوية المستخدمة كتوابل.

١ - الريحان sweet basil

نبات الريحان *Ocimum basilicum* L.، موطنه الأصلى غير معروف على وجه التحديد، ويضم عددا من الطرز، إلا أن البعض يصنف هذه الطــرز على أساس أنها أنواع مستقلة. النبات عشب حولى، ساقه ملساء مــضلعة، ذات لون أخضر فاتح. الأوراق بسيطة متقابلة متصالبة ذات رائحة عطرية مميــزة. الأزهار دقيقة توجد فى نورات سواريه مركبة، وهى ذات لون أبيض يميل أحيانا إلى الوردى.

تستعمل الأوراق الطازجة كتابل مع السلاطة، أما المجففة فإنها تستخدم كتابل يكسب اللحوم نكهة خاصة، نظرا لإحتوائها على زيت طيار تتراوح نسبته بين ٠,٥ – ٠,٨%.

يستخلص زيت طيار من البذور أيضا عن طريق التقطير،تتراوح نسبته بين ٢-٣%. الزيت الطيار لونه أبيض مصفر، يحتوى بصفة رئيسية على لينالول Linalool، تتراوح نسبته فى الزيت بين ٦٠-٧٠%، فضلا عن مركبات أخرى مثل سنيول cineol، ويوجينول eugenol. يستفاد من هذا الزيت فى صناعة مستحضرات التجميل والعطور، فضلا عن بعض الأغراض الطبية كطارد للغازات وكعلاج لآلام المعدة.

٢- البردقوش weet marjoram

نبات البردقوش *Origanum majorana* L.، موطنه الأصلى شمال إفريقيا، وجنوب غرب آسيا، وجنوب الهيمالايا. النبات عشب حولى أو ذو حولين، يتراوح إرتفاعه بين ٣٠-٦٠سم، ساقه صلبة، أوراقه بسيطة، متقابلة متصالبة، بيضاوية الشكل. الأزهار فى نورات سوارية، تخرج منها أسدية بيضاء اللون، دقيقة.

تحتوى الأوراق الطازجة على زيت طيار تتراوح نسبته بين ٠,٥-١%، أهم مكوناته تربينول terpineol، وبورنيول borneol، وكامفور camphor، وكارفاكرول carvacrol. الزيت الطيار ذو لون أصفر داكن، يستفاد منه فى صناعة العطور والصابون، فضلا عن بعض الأغراض الطبية كعلاج للزكام واحتقان الأوعية الدموية بالأذن، كما يستعمل مغلى الأزهار والأوراق المجففة فى علاج النزلات الشعبية، والاضطرابات المعدية والمعوية، وآلام أسفل البطن، قبل وأثناء الحيض.

٣- الزعتر thyme

نبات الزعتر *Thymus vulgaris* L.، موطنه الأصلى غــرب البحــر المتوسط حتى جنوب شرق إيطاليا. يزرع الزعتر المستخدم كتابل، بصفة رئيسية فى كل من أسبانيا، وفرنسا، وإيطاليا، وبلغاريا.

النبات شبه شجيرى، يبلغ إرتفاعه حوالى ٤٠سم، ذو ســيقان متخــشبة، كثيرة الأفرع، لونها أبيض. الأوراق صغيرة، بــسيطة، جالــسة، ذات رائحــة مميزة. الأزهار فى نورات، ذات لون بنفسجى إلى أبيض. يحتوى النبات، خاصة الأوراق، على زيت طيار يتراوح بين ١,٥-٢,٥%، ويضم المواد الفعالة التالية: ثيمول thymol وهو المادة الرئيسية للزيت، وكارفاكرول carvacrol، فــضلا عن سيمين cymene، وثيمين thymene.

يستخدم الزعتر منذ أمد بعيد كتابل للحوم ومنتجاتها، كما يدخل ضــمن مكونات كثير من مخاليط التوابل. يتميز الزيت الطيار المستخلص بالتقطير مــن أوراق الزعتر بخواص مضادة للبكتريا، نظرا لاحتوائه على الثيمول، الأمر الذى أدى إلى استعمال مستخلص الأوراق أو الزيت الطيار ضمن مكونــات عقــاقير السعال، إذ يستخدم مغلى أوراق الزعتر فى علاج التهابات اللثة والحلق، والنزلة المعوية، وأمراض التهاب الرئة والجهاز التنفسى. فضلا عن هذا، يستعمل زيت الزعتر الطيار مخلوطا بزيت الزيتون كطارد للديدان المعوية. نظرا لمحتواه من مادتى ثيمول وكارفاكرول، كما يستخدم الزيت الطيار فى صناعة العطور.

٤- حصالبان rosemary

نبات حصا لبان *Rosmarinus officinalis* L. ، موطنــه الأصــلى حوض البحر المتوسط، والبرتغال، وشمال غرب أسبانيا. يزرع بكميات كبيــرة فى كل من إيطاليا، وفرنسا، وبريطانيا.

النبات شجيرى معمر، يتراوح إرتفاعه بين ١-٢متر، أوراقه صــغيرة، إبرية الشكل تقريبا، تشبه الأشواك (شكل ٦٣)، سطحها العلوى أخضر داكن، أما السفلى فهو مغطى بشعيرات دقيقة، بيضاء اللون.



شكل (٦٣): نبات حصالبان

تحمل الأوراق على الساق فى نظام سوارى، وهى ذات رائحة عطرية مميزة. الأزهار فى نورات، وهى ذات لون بنفسجى مزرق أو بنفسجى فاتح.

يستخلص من أوراق النبات وأفرعه الغضة زيت طيار تبلغ نسبته حوالى ١%، ، يحتوى بصفة رئيسية على بورنيول borneol وسنيول cineol، لذا يستعمل بكثرة فى علاج آلام الحيض والبطن نظرا لوجود السنيول المعروف بخواصه القابضة وتأثيره المسكن للتشنجات، وإدراره للطمث.

فضلا عن هذا، يستفاد من الزيت الطيار كتابل محسن للطعم والرائحة وفاتح للشهية، كما يدخل فى صناعة الصابون، ويمثل مصدرا عطريا لكثير من الأغراض الصناعية الأخرى.

من ناحية أخرى، تستخدم الأوراق كتابل للحوم ومنتجاتها، كما يستعمل مستحلب الأوراق لتنظيف بشرة الوجه، وعلاج بعض أمراض العيون، والتهابات الحلق والحنجرة، نظرا لخواصه المطهرة.

٥- المريمية (السالفيا) sage

نبات السالفيا .*Salvia officinalis* L (شكل ٦٤)، موطنـــه الأصـــلى شمال ووسط أسبانيا، وجنوب فرنسا، وغرب البلقان، فضلا عن جنوب غـــرب آسيا. تنتشر زراعته فى دول حوض البحر المتوسط، حيث يستخدم على نطـــاق واسع لاستخلاص الزيت الطيار بالتقطير.



شكل (٦٤): نبات السالفيا

النبات شبه شجيرى، يصل إرتفاعه حـوالى متـر، ذو أوراق بـسيطة، مغطاة بشعيرات غدية، أزهاره فى نورات طرفيه، ذات لون بنفسجى.

يضم هذا النوع ثلاثة تحت أنواع .ssp، يستفاد منها لاستخلاص زيـت طيار تبلغ نسبته فى الأوراق حوالى ٢,٥%. يتميز الزيت الطيـار المـستخلص بالتقطير من أوراق كل من تحت النوع *Salvia officinalis ssp. officinalis* وتحت النوع *Salvia officinalis* ssp. minor بإحتوائه على thujon وهـو المكون الرئيسى للزيت، فى حين يخلو الزيت الطيار المستخلص من اوراق تحت النوع *Salvia officinalis* ssp. *lavandulaefolia* من thujon، ويحل محله سنيول cineol كمكون رئيسى للزيت. جدير بالذكر، أن تحت النـوع الأخيـر أصبح يعامل تصنيفيا كنوع مستقل يسمى *Salvia lavandulaefolia* Vahl.

تستعمل أوراق النبات طازجة أو مجففة، كتابل للحوم ومنتجاتها. فضلا عن هذا، يستعمل مغلى النبات كعلاج للدوار وإضطراب الأعـصاب، وكمـدر للبول، كما تغلى أوراق النبات مع الشاى عند إعداده كمشروب.

علاوة على ما تقدم، تستخدم أوراق السالفيا على نطاق واسع فـى دول حوض البحر المتوسط لتقطير الزيت الطيار الذى يستفاد به فى صناعة العطور، ومستحضرات التجميل.

٦- الترنجان balm

نبات الترنجان *Melissa officinalis* L. (شكل ٦٥)، موطنه الأصلى جنوب أوروبا، وحوض البحر المتوسط، ووسط وجنوب غرب آسيا. وهو نبات عشبى معمر، أوراقه بسيطة، بيضاوية الشكل، ذات حواف مـسننة، الأزهـار بيضاء مائلة للإصفرار، توجد فى نورات سوارية.

يستخلص من أوراقه زيت طيار أصفر اللون، يحتـوى علـى سـترال citral بصفة رئيسية، وإليه تعزى الرائحة الليمونية التى تميز الأوراق الحديثة، أما الأوراق المسنة فإنها تكتسب رائحة غير مقبولة نظرا لتغيرات كيميائية تطرأ

على الزيت الطيار. يحتوى الزيـــت أيـــضا علـــى ســـترونيلال citronellal، وجيرانيول geraniol، ولينالول linalool.



شكل (٦٥): نبات الترنجان

يستفاد من الزيت كطارد للغازات، وكعلاج لحالات الحمى، فضلا عـــن استخدامه فى صناعة العطور ومستحضرات التجميل. يستفاد من أوراق النبـــات

ولكن على نطاق ضيق فى عمل السلاطة، وكتابل يضاف إلى الصلصة لتحسين النكهة والرائحة. علاوة على ما تقدم، يستخدم الزيت الطيار كمصدر عطرى عند إعداد مشروب كحولى يسمى likoere.

توابل العائلة المركبة

تضم العائلة المركبة حوالى ٢٥٠٠٠ نوعا وهى بالتالى أكبر العـائلات النباتية عددا وأكثرها تطورا من حيث التركيب الزهرى. نباتاتها واسعة الانتشار، نظرا لقدرتها العالية على التكيف مع الظروف البيئية المتباينة، إذ تضم نباتـات مائية، وعصارية، كما تضم أنواعا متباينة الأحجام، بعـضها أعـشاب حوليـة صغيرة لا يتجاوز إرتفاعها سنتيمتر واحد، والبعض الآخر عبارة عـن أشجار استوائية يبلغ إرتفاعها ٢٠ مترا.

من أهم المميزات الزهرية لهذه العائلة ما يلى:

١- الأزهار توجد فى نورات هامة capitula، تتكشف فى آباط أوراق قنابيـة. قد تحتوى النورة على أزهـار شـعاعية فقـط تحـت عائلـة الـشيكوريا *Cichorioideae*، أو أزهار قرصـية فقـط (تحـت العائلـة الفرنونيـة *Vernonioideae*)، أو تضم أزهارا شعاعية خارجية وأخـرى قرصـية داخلية (تحت العائلة المركبة *Asteroideae*)، (وتحـت عائلـة السنـسيو *Senecionoideae*).

٢- الكأس زغبى أو مختزل فى صورة حراشيف، أما التويج فإنه يتركب مـن خمس بتلات ملتحمة (الزهرة القرصية) أو يكون مختزلا إلى ثلاث بـتلات ملتحمة (الزهرة الشعاعية).

٣- الطلع يتركب من خمس أسدية فوق بتلية، تلتحم متوكها فى أنبوبة متكيـة، تتفتح إلى الداخل.

٤- المتاع يتركب من مبيض سفلى ينشأ عن كربلتين ملتحمتـين. المبـيض ذو مسكن واحد، وبويضة واحدة منعكسة، وضعها المشيمى قاعـدى الميـسم متفرع إلى فرعين عليهما شعيرات.

٥- الثمرة جافة غير منفتحة، فقيرة achene أو سبسلاء cepsella، ذات بذرة واحدة عديمة الإندوسبرم، غنية فى محتواها من البروتين وزيت ثابت، تلتحم فيها قصرة البذرة الناضجة مع غلاف الثمرة. من جهة أخرى، تتميز العائلة المركبة بإحتوائها على بعض المركبات الفعالة على النحو التالى:

تحتوى أنواع تحت عائلة الشيكوريا *Cichorioideae* على أنابيب حليـب نباتى تحتوى بدورها على مركبات عديدة التربين، كما تحتوى أنواع تحت العائلة الفرنونية *Vernonioideae* وتحت العائلة المركبة *Asteroideae* على مركبات بـولى أسـتيلين (بـولين Polyine)، فـضلا عـن سيـسكوتربين لاكتـون Sesquiterpenlactone. أما تحت عائلة السنسيو *Senecionoideae* فإنهـا تتميز بوجود قلويدات تعرف بقلويدات السنسيو Senecio alkaloids.

البعثران absinth

نبات البعثران .*Artemisia absinthium* L ينتمى إلى تحت العائلـة المركبة *Asteroideae*، موطنه الأصلى أوروبا وحـوض البحـر المتوسـط وجنوب سيبيريا وكشمير. تتركز مناطق زراعته الرئيسية فى دول حوض البحر المتوسط، والولايات المتحدة الأمريكية، وجنوب سيبيريا وكشمير.

النبات عشبى معمر، ذو سيقان متخشبة لدى القاعدية، غزير التفرع، قد يصل إرتفاعه إلى مترين أو أكثر. الأوراق مفصصة إلى أجزاء شريطية الشكل، تبدو الأوراق العلوية كأنها جالسة، فى حين تكون القاعدية ذات أعناق طويلـة. الأزهار ذهبية اللون أو صفراء مخضرة، توجد فى نورات هامة.

يستخلص زيت طيار من أوراق أزهار النبات، حيث توجـد شـعيرات غدية مركبة، فضلا عن وجود قنوات إفرازية فى شمراخ النورة. تحتوى أزهار

النبات بصفة رئيسية على بروأزولين proazulene عديم اللون يتحــول أثنــاء التقطير البخارى للزيت بتأثير الحرارة العالية إلى أزولين azulene ذو اللــون الأزرق. يتركب الزيت الطيار من أزولــين azulene فــضلا عــن مركبــات سيسكوتربينية أخرى مثل α-bisabolol، الأمر الذى يكسب الزيــت خواصـــه الطبيعية الهامة كمطهر، وطارد للغازات.

فضلا عما تقدم، تحتوى أوراق وأزهار النبات على مواد مرة، عبــارة عن سيسكوتربين لاكتون مثل santonine، artemisine، حيث توجد بتركيزات عالية، الأمر الذى يكسب هذه الأعضاء النباتية طعما قابضا يمثل بالتالى حمايــة لها من الحيوانات الضارة. من جهة أخــرى، يــستفاد مــن مــادة الــسانتونين santonine فى تجهيز العقاقير الخاصة بطرد الديدان الأســطوانية والخيطيــة كالإسكارس، نظرا لخواصها المضادة للطفيليات الحيوانية.

علاوة على ما تقدم، يستخدم مستخلص أوراق النبات لإنتاج أحد أنــواع المشروبات الكحولية، كما يستفاد من الزيت الطيار فى إعداد مشروب كحــولى يسمى likoere، فضلا عن استخدامه فى بعض الأغراض الطبية.

توابل العائلة الخيمية apiaceous spices

تضم العائلة الخيمية ٣٠٠٠ نوعا، تنتشر فى جميع أنحاء العالم، خاصة المناطق المعتدلة. نباتاتها دائما أعشاب فقط ذات أوراق متبادلة، متضاعفة التجزؤ، غالبا، عديمة الأذنات، تتميز بقواعد غمدية مغلفة للساق المجوفة. الأزهار صغيرة، علوية، بيضاء اللون أو صفراء، توجد فى نورات خيمية مركبة compound umbel، غالبا. الزهرة خنثى عادة، ونادرا ما تكون وحيدة الجنس. الكأس يتكون من خمس سبلات فى صورة أسنان صغيرة أو حراشيف، وقد يكون مختزلا على شكل حافة مستديرة. يتركب التويج من خمس بتلات منفصلة، ذات قمة منحنية إلى الداخل. يتركب الطلع من خمس أسدية منفصلة. متاع الزهرة يتركب من كربلتين ملتحمتين، والمبيض سفلى ذو مسكنين، بكل بويضة واحدة منعكسة، ذات وضع مشيمى قمى، ولها غلاف واحد. يوجد قرص عدى stylopod عند قمة المبيض، يبرز من وسطه قلمان منفصلان.

الثمرة، بسيطة جافة خيمية منشقة cremocarp، تنشق عند نضجها طوليا إلى ثميرتين mericarp، كلا منهما عبارة عن ثمرة جافة غير منفتحة، ذات بذرة واحدة، تلتصق فيها قصرة البذرة مع غلاف الثمرة. عندما تنشق الثمرة فإن الثميرة تظل متصلة عند قمتها بالحامل الكربلى carpophore، وهو خيطى الشكل يتصل عند قاعدته بعنق الزهرة التى نشأت منها الثمرة. يشاهد على سطح الثميرة عادة، خمسة أضلع رأسية إبتدائية، حيث تمتد حزمة وعائية بكل ضلع على طول الثميرة. أحيانا، توجد أربعة أضلع أخرى ثانوية تتبادل مع الإبتدائية. توجد شعيرات أو وزوائد مختلفة تنمو من الغلاف الثمرى على الأضلع، يمكن عن طريقها التمييز بين ثمار أجناس العائلة. تتميز ثمار العائلة الخيمية أيضا بوجود قنوات زيتية oil ducts، يسمى كل منها غدة vitta. تحتوى القناة على زيت طيار وراتنجات تكسب الثمار رائحة وطعم مميزين. تتوزع هذه القنوات داخل الأضلع الثانوية الموجودة بغلاف الثميرة، وإذا غابت هذه الأضلع، فإنها

توجد بين الأضلع الابتدائية. تظهر القنوات الزيتية كخطوط داكنة علـــى ســطح الغلاف الخارجي للثميرة. يتراوح عدد القنوات الزيتية بين ٦-١٢ قناة فى معظم أجناس العائلة، وقد يزيد عن ذلك كثيرا كما فى جنس الينسون *Pimpinella*.

البذرة صغيرة، تملئ حيز الثميرة، وهى ذات جنين صغير جــدا يوجــد مطمورا فى إندوسبرم زيتى بوفرة محتواه من زيت ثابت وحبيبـــات أليـــرون، فضلا عن بلورات أكسالات كالسيوم تتوزع فى طبقاته الداخلية، فى حين يخلــو الإندوسبرم من النشا. تنتمى معظم أنواع الخيمية إلـــى تحـــت عائلـــة الخيميـــة *Apioideae*، فى حين ينتمـــى النـــوع *Eryngium maritimum* وأجنـــاس *Sanicula, Astrantia* ذات النورات الخيمية البـسيطة إلـــى تحـــت عائلـــة *Saniculoideae*، أما النـــوع المـــائى *Hydrocotyle vulgaris* ذو الأوراق العريضة المستديرة، فإنه ينتمى إلى تحت العائلـــة *Hydrocotyloideae*. لقــد أمكن الإستفادة من أحد الأنواع التابعة لتحت العائلة *Hydrocotyloideae* وهو *Centella asiatica* حيث تم استخلاص أحد الـــصابونينات ثلاثيـــة التـــربين ويسمى *asiaticosid* واستخدامه طبيا فى علاج الجروح وسرعة إلتئامها.

يستفاد من كثير من أنواع العائلة الخيمية فى مجال التوابـــل والعقـــاقير الطبية نظرا لمحتواها من الزيوت الطيارة التى تنتشر فى جذورها ومجموعهـــا الخضرى فضلا عن ثمارها. تتركب الزيوت الطيارة فى العائلة الخيميـــة مـــن تربينات ومشتقات فينايل بروبان. فضلا عن هذا، تحتوى جذور وثمـــار تحـــت العائلة الخيمية *Apioideae* على مركبات كومارين مثل pimpinellin التـــى تمثل أهمية خاصة فى مجال دراسة تطور كل مـــن النبـــات والحيـــوان، هـــذا، بالإضافة إلى أهمية مركبات الكومارين فى الأغراض الطبية.

الينسون أو الأنسون anise or aniseed

نبات الينسون .*Pimpinella anisum* L، موطنه شرق حوض البحر المتوسط وآسيا، قام قدماء المصريين بزراعته وعرفه كل من ديسكوريدس وبليني. وهو نبات عشبى يصل طوله إلى حوالى قدمين.

العضو ذو الأهمية الإقتصادية والمستعمل كتابل هو الثمار. ثمرة الينسون، بيضاوية، مخروطية الشكل، طولها حوالى ٤–٥ ملليمتر وعرضها حوالى٢ ملليمتر، بنية أو رمادية اللون. الثمرة خشنة نتيجة وجود شعيرات عديدة، مخروطية الشكل، قصيرة جدا، يبلغ طولها حوالى ٢٠–١٦٠ ميكرون. يوجد قرص متضخم نوعا Stylopod قصير، فى قمة الثمرة، مقسم إلى جزئين. كل ثميرة، تكون ذات قناتين زيتيتين كبيرتين، وأحيانا يصل العدد إلى ثلاث أو أربع قنوات زيتية، توجد على السطح البطنى للثميرة، بالإضافة إلى حوالى ٢٠–٤٠ قناة صغيرة توجد على السطح الظهرى. ينتج هذا العدد الكبير للقنوات الزيتية عن تفرع القنوات الأصلية الأربع.

تحتوى الثمار على زيت طيار تتراوح نسبته بين ٢,٥–٤,٥%، يتركب بصفة رئيسية من مادة أنيثول anethole تصل نسبتها فى الزيت إلى حوالى ٩٠%، وهى مادة متبلورة، بيضاء اللون، ذات رائحة مميزة قوية. كما تحتوى الثمار أيضا على زيت ثابت (٨-١١%)، وبروتين (٢٠%)، فضلا عن مواد كربوهيدراتية. تعتبر أسبانيا، وتركيا، والمكسيك، الدول الرئيسية المصدرة لثمار الينسون. يستفاد من ثمار الينسون كمشروب طبى طارد للغازات وضد الكحة، وتستعمل ثماره بصفة رئيسية فى صناعة الخبز والفطائر والمعجنات الأخرى. يستفاد من زيت الثمار فى الأغراض الطبية وصناعة الصابون، كما يصنع من الزيت الطيار عطر محبب فى الهند يسمى ماء الينسون. فضلا عما تقدم، يستخدم الزيت الطيار، كمنتج رئيسى للينسون، فى تحضير بعض المشروبات الكحولية (likoere).

الكزبرة coriander

الكزبرة .*Coriandrum sativum* L، موطنه الأصلى إيطاليا وشمال إفريقيا، وجنوب غرب آسيا. نبات عشبى حولى، يتراوح إرتفاعه بين ١,٥ – ٢قدم عند تمام نضجه. يعتبر النبات، لاسيما ثماره الغير ناضجة، ذات رائحة غير مرغوبة، حيث اشتق اسم الجنس *Coriandrum* من كلمة يونانية معناها "بق". وبالرغم من هذا، وعندما ينضج المحصول وتفصل الثمار الناضجة، فإنه عند تجفيفها فى الهواء الساخن، تفقد الرائحة غير المرغوب فيها وتكتسب رائحة مقبولة وطعم حلو.

الثمرة هى العضو ذو الأهمية الإقتصادية والمستعمل كتابل. يصعب فصلها إلى ثميرتين، وهى صفراء إلى بنية اللون، يبلغ قطرها حوالى ٤ ملليمتر. يوجد عند قمة الثمرة قرص غدى وخمس زوائد صغيرة تمثل بقايا الكأس. لكل ثميرة خمسة أضلع إبتدائية، متعرجة غير واضحة تماما، وأربعة أضلع ثانوية، مستقيمة، وقناتين زيتيتين على السطح البطنى. تكون خلايا المنطقة الوسطى للغلاف الثمرى متحجرة، ينشأ عنها قشرة جامدة، نصف كروية فى كل ثميرة، تجعل من الصعب فصل الثمرة أو تحطيمها. تكون رائحة الثمرة عطرية وطعمها تابلى عندما تخدش. تحتوى الثمرة على حوالى ١% زيت طيار يسود فيه لينالول linalool، إذ تتراوح نسبته فى الزيت بين ٦٥-٧٠%. فضلا عن هذا، تحتوى الثمار على زيت ثابت تتراوح نسبته بين ١٠-٢٠%.

يستفاد من ثمار الكزبرة كتابل هام فى عمل مسحوق الكارى وتجهيز بعض الأغذية. تستخدم الثمار والزيت الناتج منها كعقار طارد للغازات ولعلاج حالات الإنتفاخ فى الطب البيطرى. فى جنوب وجنوب شرق آسيا، كثيرا ما تستعمل الأوراق الطازجة كتابل يضاف إلى الشوربة.

الكمون cumin

نبات الكمون *Cuminum cyminum* L.، موطنه الأصلى شمال إفريقيا وجنوب غرب آسيا وفرنسا وأسبانيا، يزرع فى مناطق متفرقة من العالم خاصة الهند وشرق آسيا، وهو نبات عشبى حولى يبلغ إرتفاعه حوالى قدم واحد. يصدر بكميات ضخمة من كل من الهند وإيران وجنوب شرق آسيا، وتستورد الولايات المتحدة الأمريكية منه سنويا أكثر من ٣٠٠٠ طن. العضو ذو الأهمية الإقتصادية والمستخدم كتابل هو الثمرة. الثمرة ضيقة مستطيلة، يتراوح طولها بين ٤-٦مم، ويبلغ عرضها حوالى ٢مم، منضغطة قليلا جانبيا، داكنة اللون. يشاهد على سطح الثميرة خمسة أضلع إبتدائية لونها مصفر، وممتدة طوليـا، وتحمـل شـعيرات قصيرة جدا، كما توجد أضلع ثانوية بين الأضلع الإبتدائية، ذات نموات شوكية.

تحتوى الثمار على زيت طيار تتراوح نسبته بين ٣-٥%، أهم مكوناته ألدهيد الكيومين cuminic aldehyde الذى تتراوح نسبته فـى الزيـت بـين ٣٠-٥٠%. يستفاد من زيت الكمون الطيار فى تجهيز بعض المـشروبات ذات الأهميه الطبية فضلا عن كونه مسكنا لآلام الجهاز الهضمى، كما يستعمل فـى مجال الطب البيطرى كفاتح للشهية.

يستفاد من ثمار الكمون فى عمل مسحوق الكارى وصـناعة المخلـلات والفطائر وبعض الأغذية.

الشبت dill

نبات الشبت *Anethum graveolens* L.، موطنه الأصلى جنوب غرب آسيا، والهند، وحوض البحر المتوسط. وهو نبات عشبى حـولى، العـضو ذو الأهمية الإقتصادية هو الثمرة والأوراق. تحتوى الثمار على زيت طيار تتراوح نسبته بين ٣-٤%، أهم مكوناته كارفون carvone حيث تتراوح نـسبته فـى الزيت بين ٥٠-٦٠%. يستفاد من هذا الزيت الطيار فى بعض الأغراض الطبية نظرا لكونه طاردا للغازات ومطهرا، كما يدخل فى صناعة أدوية الأطفـال ذات

المذاق المر. يستفاد من الأوراق الطازجة بإضافتها إلى السلاطة، ومن الأوراق المجففة كتابل يضاف إلى الصلصة.

البقدونس parsley

نبات البقدونس *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. ex A. W. Hill، موطنه الأصلى دول حوض البحر المتوسط، يزرع فى كثير من دول أوروبا وشمال إفريقيا، حيث يوجد منه عديد من الأصناف.

العضو ذو الأهمية الإقتصادية هو الأوراق والجذور، يستخلص منه زيت طيار تصل نسبته إلى ٧%. تعتبر الأوراق الطازجة اكثر أعضاء النبات إستعمالا كتابل، غير أنه يستفاد أيضا من أوراقه المجففة نظرا لمحتواها من الزيت الطيار وبعض المركبات الأخرى مثل فيتامينات A, C وأملاح معدنية، وبروتينات، وراتنجات، وزيوت ثابتة.

فضلا عن هذا، يستفاد أيضا من الجذور والبذور فى مجال التوابل نظرا لمحتواها من الزيت الطيار، يتميز زيت البقدونس بخواص طبية هامة، إذ أنه طارد للغازات ومدر للطمث، ومنشط للدورة الدموية.

الكراوية carawy

نبات الكراوية *Carum carvi* L.، موطنه الأصلى أوروبا وسيبيريا وجبال القوقاز والهيمالايا ومنغوليا والمغرب، وهو نبات عشبى، ثنائى الحول، قائم، يصل إرتفاعه إلى حوالى ٢ قدم. تكثر زراعته فى أوروبا وشمال إفريقيا وروسيا وشمال أمريكا.

العضو ذو الأهمية الإقتصادية والمستعمل كتابل هو الثميرات، الثميرة mericarp يتراوح طولها بين ٤–٧مم، وعرضها حوالى ملليمتر واحد، وهى مقوسة، ضيقة لدى قمتها وقاعدتها. يشاهد بقايا القلمين عند قمة الثميرة. تتميز الثميرة بوجود خمسة أضلع إبتدائية لونها مائل للإصفرار، بينما يكون سطح

الثميرة بنى اللون. يحتوى غلاف الثميرة على ست قنوات زيتية، وقناة صـــغيرة تعلو الحزمة الوعائية بكل ضلع.

تحتوى الثمار على زيت طيار تتراوح نسبته بين ٣,٥-٧% ويتركــب أساسا من مادة الكارفون carvone التى تتراوح نسبتها فى الزيــت بــين ٥٠-٦٠%. هذا بالإضافة إلى احتواء الثمار على حوالى ٢٥% بــروتين، وحــوالى ٣% زيت ثابت يوجد فى إندوسبرم البذرة.

يستفاد من ثمار الكراوية فى تجهيز بعض الفطائر وأنواع من الخبز، كما تستخدم الثمار لاستخلاص زيت طيار يستفاد به فى بعض النواحى الطبية كطارد للغازات ومطهر، وكعلاج لبعض الإضطرابات الهضمية، فضلا عن إســتخدامه فى صناعة بعض المشروبات الكحولية مثل likoere. علاوة على مـــا تقــدم، تضاف الثمار إلى أنواع من الجبن، وبعض المأكولات كالبطـــاطس والكرنـــب، لتحسن نكهتها.

الشمر fennel

نبات الشمر *Foeniculum vulgare* Mill. ، موطنـــه الأصـــلى دول حوض البحر المتوسط وجنوب غرب آسيا، وهو نبات عشبى، حــولى، قــائم، تتخشب سيقانه لدى القاعدة بتقدم النضج، ويصل إرتفاعـــه إلـــى حـــوالى متـــر ونصف.

يوجد منه طرز تستعمل ثمارها كتوابل مثل *Foeniculum vulgare* var. *dulce*، وأخرى تتميز بتكوين قواعد أوراق متضخمة وتستعمل كنوع من الخضر مثل *Foeniculum vulgare* var. *azoricum*.

العضو ذو الأهمية الإقتصادية والمستعمل كتابل هو الثمرة والتى تعتبـــر أكبر ثمار العائلة الخيمية. تنشق الثمرة عند نضجها إلى ثميرتين، تحتوى كـــلا منهما على ست قنوات زيتية، إثنان منها على السطح البطنى للثميرة، وتتبـــادل

هذه القنوات الموجودة فى الأضلع الثانوية مع الحزم الوعائية بالأضلع الإبتدائية. لا توجد شعيرات أو زوائد فى غلاف الثمرة.

تحتوى الثمار على زيت طيار تتراوح نسبته بين ٣-٦% ويسود فيه الأنيثول anethole حيث تبلغ نسبته فى الزيت حوالى ٥٠-٦٠%، فضلا عن فينشون fenchone تبلغ نسبته حوالى ٢٥%. فضلا عن هذا، تحتوى الثمار على نسب متفاوتة من كربوهيدرات وبروتين وزيت ثابت يوجد فى إندوسبرم البذرة.

يستفاد من الثمار فى تجهيز بعض الفطائر وأنواع من الخبر، وفى استخلاص زيت طيار يتميز بخواص طبية كطارد للغازات ومطهر. تستعمل الأوراق أحيانا كتابل يضاف إلى السلاطة. فضلا عما تقدم، يستفاد من الثمار فى صناعة بعض المشروبات الكحولية likoere، وكذلك بعض الأغراض الطبية.

وفيما يلى ملخص لأهم الأنواع النباتية المتداولة فى عالم التوابل:

النوع النباتى	الموطنه الأصلى	الجزء المستعمل كتابل	العائلة	المكونات والاستعمالات
الريحان الأبيض *Ocimum basilicum*	الهند وإفريقيا	الأوراق والأفرع الغضة الحديثة	*lamiaceae*	زيت طيار ٠,٤ – ٠,٨٪ مسكن للمغص وطارد للغازات – مدر للبول. محسن للطعم والرائحة
المريمية *Salvia officinalis*	حوض البحر المتوسط	الأوراق والأفرع الغضة الحديثة	*lamiaceae*	زيت طيار ٢,٥٪ + دباغ+ راتنجات – طارد للغازات – تحسين نكهة الأطعمة
البردقوش *Origanum majorana*	شمال إفريقيا والهند	الأوراق والأفرع الغضة الحديثة	*lamiaceae*	زيت طيار ٠,٣ – ٠,٤٪ - يدخل فى أدوية إفراز الطمث – طارد للغازات. محسن للطعم والنكهة فى بعض الأغذية
النعناع *Mentha* spp.	أوروبا	الأوراق والأفرع الغضة الحديثة	*lamiaceae*	زيت طيار قد تصل نسبت إلى ١,٥٪ - طارد للغازات – منبه عطرى – مسكن ملطف.
الزعتر *Thymus vulgaris*	حوض البحر المتوسط	الأوراق والأفرع الغضة الحديثة	*lamiaceae*	زيت طياره ٢,٥٪ - مقوى للمعدة – محدث للعرق – مضاد للكحة – مسكن – طارد للديدان الخيطية.
حصا لبان *Rosmarins officinalis*	حوض البحر المتوسط	الأوراق والأفرع الغضة الحديثة	*lamiaceae*	زيت طيار ١٪+ راتنجات + دباغ – منبه عطرى ومنشط طارد للغازات – مكسب للطعم والرائحة وفاتح للشهية
البقدونس *Petroselinum crispum*	حوض البحر المتوسط	الأوراق والجذور	*Apiaceae*	زيت طيار ٧٪ + فيتامينات C &A + أملاح معدنية + بروتينات + راتنجات + زيوت ثابتة. مدر للطمث – منشط للدورة الدموية – طارد للغازات

النوع النباتى	الموطنه الأصلى	الجزء المستعمل كتابل	العائلة	المكونات والاستعمالات
الشبت *Anethum graveolens*	حوض البحر المتوسط	الأوراق والنورات الخيمية والثمار	*Apiaceae*	زيت طيار من الثمار يبلغ ٣-٤٪ - طارد للغازات – محسن للطعم والرائحة لبعض الأغذية – يشبه زيت الكراوية فى مكوناته الفعالة الرئيسية
الزعفران *Crocus sativus*	شرق البحر المتوسط	مياسم الأقلام المجففة للأزهار	*Iridaceae*	آثار من زيت طيار + صبغة حمراء تسمى crocin – مادة ملونة للغذاء والدواء – ذات تأثير منبه ومضاد للتقلص
الفانيليا *Vanilla planifolia*	المكسيك	الثمار العلبة غير الناضجة	*Orchidaceae*	فانيللين – محسن للطعم – صناعة الحلوى والعطور.
جوز الطيب *Myristica fragrans*	جزر الباندا	البذور وغلافها المسمى *Arillus*	*Myristicaceae*	زيت طيار، زيت ثابت، منبه عطرى، طارد للغازات
الخردل الأبيض *Sinapis alba*	حوض البحر المتوسط	البذور الناضجة الجافة	*Brassicaceae*	زيت طيار + زيت ثابت ومواد هلامية وبروتين وجليكوسيد سينالبين. منشط للدورة الدموية – مكسب للطعم.
الخردل الأسود *Brassica nigra*	أوروبا وجنوب آسيا	البذور وأحيانا الأوراق	*Brassicaceae*	مواد هلامية فى الطبقة الخارجية للقصرة + زيت ثابت + بروتين + جليكوسيدات السنجرين + زيت طيار. تستعمل البذور فى تجهيز المستردة الخام الحريفة، والأوراق فى عمل السلطة.

النباتات الطبية The medicinal plants

ينتشر فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية عدد هائل من النباتــات الطبية، إذ يوجد فى الهند فقط ٢٥٠٠ نوع. يحصل على الجزء الأكبر من المواد الفعالة المستخدمة فى صناعة العقاقير من أنواع برية، كما يستغل لنفس الغرض عدد قليل من الأنواع التى تزرع على نطاق كبير نسبيا، غير أن عددا محــدودا منها هو الذى يمثل أهمية خاصة على المستويين التجارى والسياسى.

فى أوروبا، تتسع قائمة الأنواع النباتية المستخدمة طبيا لتــشمل جميــع النباتات التى تستغل بصورة رئيسية فى مجالات أخرى، مثل النباتات المنتجــة للنشا، والخضر، والفاكهة، ونباتات المشروبات، والتوابل، والزيــوت الطيــارة، والزيوت الثابتة، والراتنجات، والدباغ، والصموغ.

من جهة أخرى، أصبحت منتجات بعض الأنواع النباتية المعروفة تقليديا كنباتات طبية، تستعمل حاليا وبشكل ملحوظ فى أغراض أخرى، مثل اســتعمال الكينين chinin كمادة قابضة فى صناعة المياه المعدنية، وبعــض المــشروبات الكحولية، أو استعمال مستخلص العرقسوس كمعطر لتبغ السجاير.

يرى المزارعون أن النباتات الطبية التى تمثل لهم أهمية خاصة، هى تلك الأنواع ذات المحتويات الفعالة التى لا يمكن تحضيرها كيماويا، أو أن تجهيزها خلال صناعة المستحضرات الطبية يتطلب تكاليف باهظة، فــضلا عــن عــدم إمكانية الإستغناء عنها وإستبدالها بمواد أخرى بديلة. من أمثلة هذه المواد الفعالة التى لم يمكن حتى الآن إستبدالها بأخرى مجهزة صناعيا: قلويدات نباتات الكينا، والداتورة، والسكران، والخشخاش، وجليكوســيدات الــديجتالس، فــضلا عــن الفلافونويدات، والمواد المخاطية.

وبصفة عامة، يمكن تصنيف المواد النباتية الفعالة إلى المجاميع التالية:

١- القلويدات alkaloids: وهى عبارة عن مــواد تعطـــى تفاعــل القواعــد، وتحتوى على النتروجين، وتتميز بتأثيرات فسيولوجية واضحة. تــضم أيــضا

مركبات تحتوى على نتروجين ولكنها لا تعطى تفاعل القواعد مثل الريسينين ricinine، والكولشيسين colchicin، وثيوبرومين theobromine. علاوة على ما تقدم، تضم القلويدات أيضا مشتقات لأحماض أمينية مثل إفيدرين ephedrine وغيره من مركبات protoalkaloids. تتميز القلويدات بطعم مر، وقابليتها للذوبان فى الماء، بعضها سام شديد المفعول، نظرا لتأثيرها على الجهاز العصبى غير أن معظمها بسيط الفاعلية وذلك عند تعاطيها بكميات محدودة. وفيما يلى أنواع القلويدات:

أ- acridon alkaloids وتوجد على وجه الخصوص فى العائلة السذبية *Rutaceae*.

ب- chinazolin alkaloids وتوجد فى العائلة الهيدارنجية *Hydrangeaceae*.

ج- *Chinolin alkaloids* وتوجد فى العائلات التالية: الليكوبودية *Lycopodiaceae*، والسذبية *Rutaceae*، وعائلة البن *Rubiaceae*.

د- *Chinolizidin alkaloids* وتوجد فى العائلات البشنينية *Nymphaeaceae*، والفراشية *Fabaceae* *والحنائية* *Lythraceae*.

ه- مجموعة الكولشيسين *Colchicin* group وتوجد فى عائلة الكولشيسين *Colchicaceae*.

و- Indole alkaloids وهى اكبر مجموعات القلويدات وتوجد منتشرة بشكل ملحوظ فى رتبة *Gentianales* التى تضم عائلات اللوجانية *Loganiaceae*، والبن *Rubiaceae*، والأبوسينية *Apocynaceae* والعلاقية *Convolvulaceae*، والرطريطية *Zygophyllaceae*، وزهرة الساعة *Passifloraceae* والفراشية *Fabaceae* (عشيرة *Phaseoleae*).

ز- Imidazol alkaloids وتوجد فى العائلة السذبية *Rutaceae* (جنس *Pilocarpus*).

ح- Isochinolin alkaloids وتوجد فى عائلات الفراشية *Fabaceae*، والشوكية *Cactaceae*، وعائلة البن *Rubiaceae*، والسذبية *Rutaceae*، وعائلات تحت صف *Magnoliidae*.

ط- phenanthridin alkaloids ويقتصر وجودها حتى الآن على العائلة النرجيسية *Amaryllidaceae*.

ي- Piperidin alkaloids وتوجد فى عائلات الفلفلية *Piperaceae*، والرمانية *Punicaceae*، والخيمية *Apiaceae* (جنس *Conium*)، واللوبية *Lobeliaceae*، والباذنجانية *Solanaceae* (جنس *Withania*).

ك- Pyridin alkaloids وتوجد فى العائلة الباذنجانية Solanaceae (جنس *Nicotiana*)، والعائلة النخيلية *Arecaceae* (جنس Areca).

ل- pyrrolizidin alkaloids وتوجد بالعائلات الفراشية *Fabaceae* (جنس Crotalaria)، والبوراجينية *Boraginaceae*، والمركبة *Asteraceae* (*Senecioneae*).

م- steroid alkaloids ومنها:

-مركبات قلويدية تحتوى على ٢٧ ذرة كربون وتوجد النباتات فى صورة جليكوسيدية كما فى العائلة الباذنجانية *Solanaceae* (جنس *Solanum*) وبعض عائلات ذوات الفلقة الواحدة (*Lilianae*).

-قلويدات ذات سلسلة جانبية قصيرة كما فى العائلة الأبوسينية *Apocynaceae*، والعائلة البوكسية *Buxaceae*.

ن- terpene alkaloids وتضم ما يأتى:-

-ك$_{١٠}$ مثل قلويدات جنس Valeriana.

-ك$_{١٥}$ مثل قلويدات العائلة البشنينية *Nymphaeaceae*.

-ك. ٢ مثـــل قلويـــدات العائلـــة الـــشقيقية *Ranunculaceae* (جنـــسا *Aconitum*، *Delphinium*).

- tropan alkaloids وتوجد فى العائلات العلاقية *Convolvulaceae*، والباذنجانية *Solanaceae*، *Erythroxylaceae*.

٢-**الجليكوسيدات glycosides** : وهى عبارة عن مركبات تتركب أساسا مـــن شق سكرى (جلوكوز) وآخر أجليكونى يحتوى على مجموعات أيدروكـــسيد كحولية أو فينولية (o-glycosides)، كما تحتوى أحيانـــا علـــى أحمـــاض عضوية مثل prussic acid, gallic acid، فضلا عن مركبات مـــن نـــوع N-glycosides، S-glycosides، أو C-glycosides ومن أهم صـــورها ما يلى:

أ- السابونين Saponins وهى مركبات تتميز بتكوين رغوة مع الماء، ويستفاد بها فى صناعة معاجين الأسنان ومستحضرات التجميل، فضلا عن بعـــض الأغراض الطبية كطارد للبلغم، خافض لدرجة الحرارة، ومن أمثلتهـــا مـــا يوجد فى جذور نبات العشبة *Smilax* sp.، وجـــذور نبـــات العرقـــسوس *Glycyrrhiza glabra*.

ب-جليكوسيدات القلب ويستفاد بها لعلاج بعض أمراض القلب، ومن أمثلتها ما يوجد فى جنس الديجتاليس *Digitalis* spp. مثل Cardenoliden.

ج- الجليكوسيدات الطاردة للديدان المعوية، ومن امثلتها ما يوجد فـــى بعـــض النباتات السرخسية مثل *Aspidium* sp.، كما توجد فى أجناس *Myrsine* من العائلـــة *Myrsinaceae*، واللـــبخ *Albizzia* مـــن العائلـــة الطلحيـــة *Mimosaceae*، والحمـــيض *Rumex* مـــن العائلـــة الحماضـــية *Polygonaceae*، والياســـمين *Jasminum* مـــن العائلـــة الزيتونيـــة *Oleaceae*.

د- جليكوسيدات السيانيد، ومن أمثلتها الجليكوسيدات التى تتميز بتحللهـــا فـــى الماء حيث تنتج مـــادة الـــسيانيد الـــسامة، مثـــل جليكوســـيد الأميجـــدالين amygdalin الذى يوجد فى بـــذور اللـــوز المـــر *Prunus dulcis* var. *amara*، فضلا عن الجليكوسيدات التى توجد فى بعـــض أنـــواع العائلـــة الوردية *Rosaceae*، وبعض أصـــناف الفاصـــوليا الـــسيفا *Phaseolus lunatus*.

ه- جليكوسيدات الساليسيسلك، وهى الجليكوسيدات التى ينتج عن تحللها حامض الساليسيسلك salycilic acid، وتوجد فى الأفرع الغضة لنبات الصفصاف الإفريقى *Salix rigida* مثل جليكوسيد salicin الذى يـــستفاد منـــه فـــى تحضير عقاقير لعلاج حالات الروماتيزم، وخفض درجات الحـــرارة فـــى حالات الحمى.

و- جليكوسيدات الأعصاب، ومن أمثلتها الخلين Khellin التى توجد فى نبات الخلة *Ammi visnaga* وهى ذات تأثير طبى فى علاج حـــالات المغـــص والآلام المعوية.

٣-**الزيوت الطيارة essential oils**: وهى عبارة عن مخاليط مـــن مركبـــات معظمها ذو رائحة عطرية، توجد غالبا فى صورة ســـائلة، تتطـــاير علـــى درجات الحرارة العادية دون أن تتحلل، ولا تترك بقعة دهنية، وتفتقـــر إلـــى الملمس الدهنى.. تخزن هذه الزيوت فى تراكيب خاصة بالنبات مثلا خلايـــا زيتية أو قنوات إفرازية أو تحت طبقة الأدمة التى تغطى الشعيرات الغديـــة. يندر وجودها فى النباتات اللازهرية باستثناء عاريات البذور، ويكثر انتشارها فى عديد من العائلات النباتية مثل السروية *Cupressaceae*، والـــصنوبرية *Pinaceae*، والآسية *Myrtaceae*، والـــشفوية *Lamiaceae*، والمركبـــة *Asteraceae*، والزنجبارية *Zingiberaceae* ، فضلا عن مجموعة رتـــب

الماجنوليـــــة *Magnolianae*، ورتـــب الــــسذبية *Rutales*، والأراليـــة *Araliales*.

يتميز كثير من الزيوت الطيارة بخواص طبية مثل تنظيم حركة الأمعاء، وإزالة التقلصات المعوية، وعلاج اضطرابات الدورة الشهرية لـــدى الـــسيدات. يستعمل بعضها فى علاج الكحة ونزلات البرد، كما يفيد البعض الآخر فى زيادة إفراز البول مثل زيت حصا لبان *Rosmarins officinalis*، وفى طرد الديدان المعوية مثل اسكاريدول *ascaridol* الذى يوجد فى الزيت الطيار لنبات الشاى المكسيكى *Chenopodium ambrosioides* وكذلك بعض الأنواع الأخرى من نفس الجنس. كما يستخدم هذا المركب أيضا فى مجال الطب البيطـــرى لعـــلاج بعض أمراض الجهاز التنفسى.

٤- **المركبات المرة bitters**: هى مواد ذات طعم مر، تختلــف فـــى تركيبهـــا الكيماوى، غالبا ما تحتوى فى بنائها على مجموعات لاكتون، وهى وثيقـــة الصلة بالتربينات terpenoids bitter substances، كما أنها ذات تـــأثير مميز على إفراز العصارات الهاضمة وفتح الشهية وتشجيع الهـــضم، لكـــن دون أن يكون لها أى تأثيرات علاجية أخرى. توجد بكثرة فـــى العـــائلات التاليـــــــة: الـــــــسذبية *Rutaceae*، والــــــشفوية *Lamiaceae*، *Menispermaceae, Meliaceae*، *Simaroubaceae*، فضلاً عن رتب المركبة *Asterales*، والقرعية *Cucurbitales*، *Gentianales* .

٥- **الزيوت والدهون النباتيـــة vegetable oils and fats**: عبـــارة عـــن جلسريدات أحماض دهنية، مشبعة أو غير مشبعة، يصلح معظمها للتغذيـــة البشرية، وتستعمل كأساس لصناعة المراهم الطبية، إلا أن بعضها غير قابل للهضم ذا تأثير مهيج لأغشية القناة الهضمية. تستعمل بعض الزيوت النباتية كمسهل طبى، ومن أمثلتها:

أ- زيت الخروع castor oil الذى يستخلص مـن بـذور الخـروع *Ricinus communis* بالعصر البارد ثم معاملته حراريا للتخلص من مـادة عديـدة الببتيد تسمى الريسين ricin.

ب- زيت الكروتون Croton oil الذى يستخلص من بذور نبـات الكروتـون *Croton tiglium*، وبوصف هذا الزيت بأنه ذا طبيعة سامة نظرا لاحتوائه على مواد راتنجية تسبب تهيجا وسرطانا للجلد.

ج- زيت ثابت يستخلص من بذور نبات *Jatropha curcas*، وهو من النباتات الاستوائية المنتجة للزيوت الثابتة، إذ يحتوى هذا الزيت على مواد عديـدة الببتيد شديدة السمية مثل curcin.

٦- البروتينات السامة toxic proteins: وهى مركبات توجد مخزنة فى بذور بعض الأنواع النباتية، وتتميز بخواص ذات طبيعة سامة، إذ أنهـا تـسبب إلتهابات فى الأغشية المخاطية، كما أن تداولها فى التغذية ينجم عنه حالات إسهال شديد. يستفاد منها طبيا حيث تجهز بتركيزات مناسبة لعلاج حـالات القرح، وبعض أمراض العيون. من أمثلة هذه المركبات عديدة الببتيـد مـا يأتى:

أ- curcin الموجود فى بذور نبات *Jatropha curcas*.

ب- hurin الموجود فى بذور نبات *Hura crepitans*.

ج- ricin وتوجد مخزنة فى بذور الخروع *Ricinus communis*.

فضلا عما تقدم، يستفاد من إنزيم البابابن papain الذى يوجد فى الحليـب النباتى لثمار البابابظ *Carica papaya*، وهو إنزيم ذو طبيعة هاضمة للبروتين، فى تحضير العقاقير المنشطة للهضم.

جدير بالذكر، أن البابابن التجارى يحتوى أيـضا علـى بعـض الأنـشطة الإنزيمية الأخرى مثل chymopapain، حيث يستفاد من البابابن التجارى فـى صناعة الأشرطة الطبية اللاصقة.

٧- الصموغ والمخاط gums and mucilages: الصموغ عبارة عن منتجات نباتية تتكون بوفرة نتيجة إصابة مرضية أو إستجابة لجروح تحدث فى النبـات. تذوب فى الماء الساخن مكونة محلولا لزجا، أو تنتفخ مكونة كتلـة غرويـة، لا تتأثر بالتخمرات الهضمية، ذات تأثير موضعى ملطف وواقى ضـد الإلتهابـات الخارجية أو الداخلية. تتميأ بالغليان مع الأحماض المخففة مكونة خليطـا مـن سكريات مختلفة، إذ أنها تتركب من أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسـيوم لمواد معقدة، تتكون أساسا من عديدات التسكر. تتصلب الصموغ عند تعرضـها للهواء الجوى. توجد الصموغ فى كثير من العائلات النباتية مثـل: الإنكارديـة *Anacardiaceae*، و *Meliaceae*، والوردية *Rosaceae*، فضلا عن الرتبة الفراشية *Fabales*. من أمثلة الصموغ النباتية الهامة: الصمغ العربى *arabic gum* الذى يحصل عليه من شـجرة الـصمغ الـسنغالى *Acacia senegal*، وصمغ الكثيراء Tragacanth gum الذى يستخلص من شجرة الكثيراء البيضاء *Astragalus gummifer*.

مـن جهـة أخـرى، المخـاط عبـارة عـن مـواد عديـدة التـسكر *Polysaccharides*، تنتفخ فى الماء مكونة محلولا غرويـا لزجـا. واسـعة الإنتشار فى العديد من الأنواع النباتية، بل إنها تمثل صفة تشخيـصية لـبعض المجموعات النباتية مثل: رتبة الخبازية *Malvales*. غالبا ما توجد بكثرة فـى بعض الأعضاء النباتية كما هو الحال فى الأعضاء الأرضية المخزنة لكل مـن رتبة الأوركيد *Orchidales* وفوق الرتبة الزنبقية *Lilianae*، أو توجد مخزنة فى نسيج الإندوسبرم كما فى كثير من أنواع العائلة الفراشـية *Fabaceae*، أو فى بشرة قصرة البذرة، كما فى جـنس الكتـان *Linum* والعائلـة الـصليبية *Brassicaceae*، وعائلة لسان الحمل *Plantaginaceae*.

الخلة Khella

نبات الخلة .*Ammi visnaga* (L.) Lam ينتمى إلى العائلة الخيميـــة *Apiaceae*، موطنه الأصلى حوض البحر المتوسط والبرتغال وجنوب غـــرب آسيا. النبات عشبى حولى، يتراوح ارتفاعه بين ١٠٠-١٦٠سم، ســـاقه قائمـــة غضة، ذو أوراق مجزأة إلى وريقات شريطية الشكل. الأزهار بيـــضاء اللـــون توجد فى نورات خيمية مركبة، والثمرة خيمية منشقة cremocarp.

تعتبر الثمار ذات أهمية طبية نظرا لإحتوائها على مـــادة جليكوســـيدية تسمى الخلين khellin، حيث تستعمل فى علاج حالات الاضطرابات المعديـــة والمعوية، فضلا عن علاج الحصوات البولية نظرا لتأثيرها الطبـــى فـــى إدرار البول واتساع الحالب.

من جهة أخرى، يستفاد من الحوامل الزهرية للنبات فى تنظيف الأسنان.

الراوفولفيا

نبات الراوفولفيا .*Rauvolfia serpentina* (L.) Benth ينتمى إلـــى العائلة الأبوسنية *Apocynaceae* يرجع موطنه الأصلى إلى الهند خاصة إقليمى أسام شمال شرق الهند، وسيكيم فى الهيمالايا، فضلا عن تايلاند، وجزر ســـيلان وسومطرة وجاوه. يعتبر من النباتات الطبية الهندية القديمة، وهو نبات نـــصف شجيرى، دائم الخضرة. أمكن إدخاله والإستفادة به فى مجال الطب الحديث لأول مرة عام ١٩٤٧، وأصبح حاليا يمثل وسيلة علاجية هامة لخفض ضـــغط الـــدم، وعلاج بعض الأمراض النفسية.

تعتبر الجذور هى أكثر أعضاء النبات إحتواءا على القلويـــدات، حيـــث وجدبها أكثر من ٢٥ نوع من القلويدات المختلفة، ويمثل قلويد reserpine أكثر هذه القلويدات فعالية. كما ثبت أيضا وجود قلويد reserpine بتركيزات مماثلـــة فى جذور النوع .*Rauvolfia vomitoria* Afzel الذى تتركز مناطق إنتاجـــه

فى زائير، وكذلك النوع .*Rauvolfia tetraphylla* L الـذى يرجـع موطنـه الأصلى إلى جزر الهند الغربية، وقد أدخلت زراعته إلى الهند.

يعتبر النوع *Rauvolfia serpentina* أكثر الأنواع أهمية فى مجـال الزراعة، نظرا لسهولة إكثاره خضريا، إذ أن نسبة إنبات البذور تكون منخفضة جدا. يزرع هذا النوع منذ سنوات عديدة فى كل من الهند وتايلاند والفلبين. جدير بالذكر، أن الهند تمنع تصدير جذور النبات بهدف تـشجيع الـصناعة المحليـة للمستحضرات الطبية. يستخدم قلويد reserpine فى علاج ضغط الدم، وخفض توتر الجهاز العصبى، وعلاج بعض حالات الأمراض النفسية.

العرقسوس Sweer Wood

نبات العرقسوس .*Glycyrrhiza glabra* L ينتمى إلى العائلة الفراشية *Fabaceae*، موطنه الأصلى حوض البحر الأبيض المتوسط، وجنوب غـرب آسيا. تنتشر زراعته فى منطقة حوض البحر المتوسط، ووسط آسـيا، وشـرق أوروبا. النبات شجيرى معمر، ذو سيقان قائمة متخشبة نوعا، وأخرى ريزومية ذات جذور عرضية غزيرة التفرع. العضو النباتى ذو الأهمية الإقتصادية هـو الجذور، حيث تتم تنقيتها وتجفيفها ثم تطحن بعد تقشيرها، وبالتالى ينتج مطحون العرقسوس. يستعمل مطحون العرقسوس فى بعض الأغراض الطبيـة كملـين، وملطف للإلتهابات الجلدية، وكعقار طارد للبلغم. كما يستعمل المطحون لتحسين مذاق بعض العقاقير ذات الطعم المر خاصة أدوية الأطفال. فضلا عـن هـذا، يستعمل معظم مطحون العرقسوس فى صناعة التبغ حيث يكسبه رائحة عطرية مرغوبة، فضلا عن الإستفادة به فى صناعة الحلوى.

من جهة أخرى، يضاف مطحون جذور العرقسوس إلى مشروب البيرة لإكسابه رغاوى مميزة، يعزى تكوينها إلى وجود صابونينات ثلاثيـة التـربين ضـمن محتويات الجذور.

الونكا common periwinkle

نبـات الونكـا .*Vinca minor* L ينتمـى إلـى العائلـة الأبوسـنية *Apocynaceae*، موطنه الأصلى جنوب وغرب ووسط أوروبا، وجبال القوقاز، وآسيا الصغرى، وهو نصف شجيرى، مستديم الخضرة، أوراقه بسيطة، بيضاوية مستطيلة الشكل أو رمحية، ذات حافة كاملة (شكل ٦٦). تحتوى أوراق النبـات على قلويد vincamine، الذى تتراوح نسبته بين ٢-٣%، ويتميـز بخـواص علاجية خافضة لضغط الدم. فضلا عن هذا، تحتوى الأوراق أيضا على قلويـد vincine وكذلك قلويدات أخرى تستخدم علاجيا فى حالات الإكزيما والإلتهابات الجلدية.



شكل (٦٦): نبات الونكة

البابونج الألمانى german chamomile

البابونج الألمـــانى .Chamomilla recutita Rausch (شــكل ٦٧أ) ينتمى إلى العائلة المركبة *Asteraceae*، موطنه الأصـــلى بلغاريـــا، وألبانيـــا، وجبال القوقاز، وآسيا الصغرى. النبات عشبى حولى غالبـــا، غزيـــر التفـــرع، يتراوح إرتفاعه بين ٨٠-٩٠سم. الساق قائمة أو مفترشـــة قلـــيلا، ذات أوراق بسيطة مجزأة كثيرا إلى أجزاء ورقية خيطية، لونها أخضر داكن، تحمل متبادلة على الساق. الأزهار فى نورة هامة capitulum ذات أزهار شـــعاعية بيـــضاء اللون، توجد مرتبة فى محيط واحد خارجى يحيط بأزهار قرصية صفراء اللون محمولة على شمراخ النورة ذى الشكل المخروطى المجـــوف. يتكـــشف عـــن الأزهار القرصية الخنثى بعد الإخصاب ثمار سبسلاء cepsella يحتوى كـــل منها على بذرة واحدة.

العضو النباتى ذو الأهمية الإقتصادية هو النورات التـــى يـــتم قطفهـــا وتجفيفها هوائيا أو بطرق صناعية تحت ظروف تجفيف مناســـبة مـــن حيـــث الحرارة والتهوية. يراعى عند قطف النورات ألا يتجاوز طول شمراخ النـــورة نصف سنتيمتر، نظرا لاحتوائه على قنوات إفرازية تحتوى بدورها على مركبات غير مرغوب تواجدها فى الزيت الطيار المتحصل عليه بالتقطير مـــن أزهـــار النورة، مثل مادة spiroether. فضلا عن هذا، أوضـــحت الأبحـــاث الحديثـــة ضرورة مراعاة قطف النورات عند بلوغها مرحلة تطورية معينة، وهـــى تلـــك المرحلة التى تصبح عندها الأزهار الشعاعية فى وضع أفقـــى تقريبـــا بالنـــسبة لمستوى النورة، حيث يبلغ محتوى الأزهار من الزيت الطيار أقصاه عند هـــذه المرحلة التطورية، فضلا عن بلوغ أعلى محتوى للزيت مـــن المـــواد الفعالـــة المرغوب تواجدها فيه.

يفرز الزيت الطيار من شعيرات غدية مركبة، تتوزع علـــى كـــل مـــن الأزهار الشعاعية، والجزء القاعدى للأنبوبة التويجية فى الأزهـــار القرصـــية،

فضلا عن القنوات الإفرازية التى توجد على امتداد شـمراخ النـورة. تتركـب الشعيرة الغدية من ثمانى خلايا توجد مرتبة فى صفين رأسيين (شـكل ٦٧ب)، حيث يتجمع الإفراز فى المنطقة المحصورة بين خلايا الشعيرة وطبقـة الآدمـة التى تغطيها.



أ



ب

شكل (٦٧):

أ- النورة الهامة.

ب- الشعيرة الغدية فى أزهار البابونج الألمانى

تحتوى النورات المجففة هوائيا على زيت طيار يتـراوح بـين ٠,٥ - ١,٥%، يحتوى بدوره على سيسكوتربين لاكتون (بـروأزولين proazulene) عديم اللون يتحول أثناء التقطير البخارى للزيت الطيار وتحت تأثير الحرارة إلى مادة زرقاء اللون تسمى azulene. يمثل الأزولين ومعه بعض سيـسكوتربينات أخرى مثل α-bisabolol المواد الفعالة لزيت البابونج الطيار والتى يعزى إليها الأثر الطبى له كمطهر للفم والجروح، ومسكن للألم. فضلا عن هـذا، يكتـسب الزيت الطيار للبابونج أهميته الطبية كمطهر نتيجة احتوائه على بعض مركبـات البولى استيلين مثل en-in-dicycloether) ومواد أخرى مشابهه، حيث توجـد هذه المركبات ضمن محتويات الزيت المستخلص من شمراخ النورة.

فضلا عما تقدم، يستفاد من الزيت الطيار فى صناعة العطور، وتجهيز بعض أنواع المشروبات الكحولية likoere. كما تستخدم النورات المجففة للنبات فى إعداد مشروب طبى نظرا لمحتواها من الزيت الطيار.

البابونج الرومانى roman chamomile

البابونج الرومانى *Chamaemelum nobile* (L.) All. (*Anthemis nobilis* L.) ينتمى إلى العائلة *Asteraceae*، موطنه الأصلى جنوب أوروبا، وجنوب غرب آسيا. تنتشر زراعته فى بلغاريا وفرنسا ورومانيا وألمانيا. النبات عشبى حولى، سيقانه شبه زاحفة وليست قائمة كما هو الحال فى البابونج الألمانى. الأوراق بسيطة، أعناقها قصيرة، تبدو وكأنها جالسة، وهى مقسمة إلى أجزاء خيطية الشكل. الأزهار توجد فى نورات هامة capitula، وهى نوعان: أزهار شعاعية بيضاء اللون، توجد فى محيطين أو أكثر، وأزهار قرصية صفراء اللون، تحمل إلى الداخل من الأزهار الشعاعية، حيث يحمل كل من نوعى الأزهار على شمراخ زهرى مصمت، قرصى الشكل.

يستفاد من نورات النبات فى استخلاص زيت طيار تتراوح نسبته بين ٠,٨ – ١%، حيث يفرز فى شعيرات غدية مركبة تتوزع على بتلات الأزهار الشعاعية، فضلا عن قواعد الأنبوبة التويجية فى الأزهار القرصية.

يستخدم الزيت الطيار بكميات قليلة فى تحضير مشروب كحولى يسمى likoere، فضلا عن صناعة العطور.

تحتوى النورات أيضا على مواد مرة، وأزولين azulene، واسترات حمض الإنجليك angelic acid ، anthamol، anthamin، فضلا عن وجود مادة صفراء اللون تسمى apigenin.

تستخدم النورات فى بعض الأغراض الطبية كمطهر للفم والجروح، نظرا لمحتواها من الزيت الطيار ومركباته الفعالة مثل azulene، واستر حمض الإنجليك ester of angelic acid.

شوك الجمل holy thistle

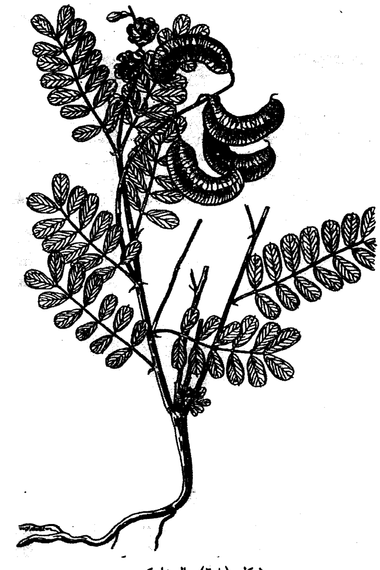
نبات شوك الجمل Sil*ybum marianum* (L.) Gaertn. ينتمى إلـــى العائلة المركبة *Asteraceae*، موطنه الأصلى حوض البحر المتوسط، وجنوب غرب أوروبا، وجنوب غرب آسيا. وهو عشبى حولى أو ثنائى الحولى، ســاقة ملساء قد يصل طولها إلى حوالى ١٢٠ سم. الأوراق لامعة، جالـــسة، رمحيـــة الشكل، شوكية تحيط قاعدتها بالساق، وهى مفصصة ذات حافة مـــسننة، يوجـــد على سطحها العلوى بقع بيضاء واضحة. الأزهار توجـــد فـــى نـــورات هامـــة capitula تبدو نجمية الشكل نظرا لأن قنابات الأزهار (قلافة النورة) تكون ذات حواف شوكية، إذ يوجد فى قمة كل قنابة شوكة طويلة مقوسة للخارج. الأزهار قرمزية اللون أو بيضاء. الثمرة سبسلاء cepsella ذات بقع بنية اللون.

العضو المستخدم طبيا هو الثمرة نظرا لاحتوائها على فلافونويدات مثل silymarine التى تستخدم لعلاج المرارة وبعض أمراض الكبد، وكذلك عـــلاج دوار البحر.

السنامكى alexandrian senna

نبات الـــسنامكى *Cassia senna* L. ينتمـــى إلـــى العائلـــة البقميـــة *Caesalpiniaceae*، موطنه الأصلى شرق إفريقيا، ويوجد منزرعا فى كل من مصر والسودان خاصة فى إقليمى النوبة وكردفان. النبات شبه شجيرى معمـــر، يصل إرتفاعه إلى حوالى متر، ذو أوراق مركبة ريشية (شـــكل ٦٨)، أزهـــاره صفراء اللون تتجمع فى نورات غير محدودة عنقودية. الثمـــار قـــرن legume ذات لون أصفر أو أصفر مخضر، تحتوى على عدة بذور.

تعتبر أوراق وثمار النبات ذات أهمية طبيـــة، نظـــرا لمحتواهـــا مـــن الجليكوسيدات مثل جليكوسيدSinnoside A + B وســـنيدين Sennidin A+B فضلا عن مركبات تربينية مثل campherine, campherol.



شكل (٦٨): السنامكى

يستعمل منقوع الأوراق والثمار فى علاج حالات الإمــساك المــزمن، وعلاج مرضى السكر، إلا أنه ينصح بعدم إستعماله فى حالة النساء المرضعات نظرا لأثره المسهل على الأطفال الرضع. من جهة أخرى، يجب عدم الإفــراط فى استعمال كمية كثيرة من الأوراق والثمار فى الأغــراض العلاجيــة وذلــك لاحتوائها على مركبات السيانيد والإنتراكينين السامة.

جدير بالذكر، أنه يوجد نوع آخر ذو أهمية طبية يتبع نفس الجنس وهو *Cassia angustifolia* Vahl تكثر زراعته على وجه الخصوص فى جنـــوب الهند، ويرجع موطنه الأصلى أيضا إلى شرق إفريقيـــا، وجنـــوب الهيمالايـــا، والجزيرة العربية. النبات شجيرة تشبه كثيرا النوع السابق، وتحتـــوى أوراقهـــا وثمارها على نفس المركبات الفعالة وبالتالى نفس الإستعمالات.

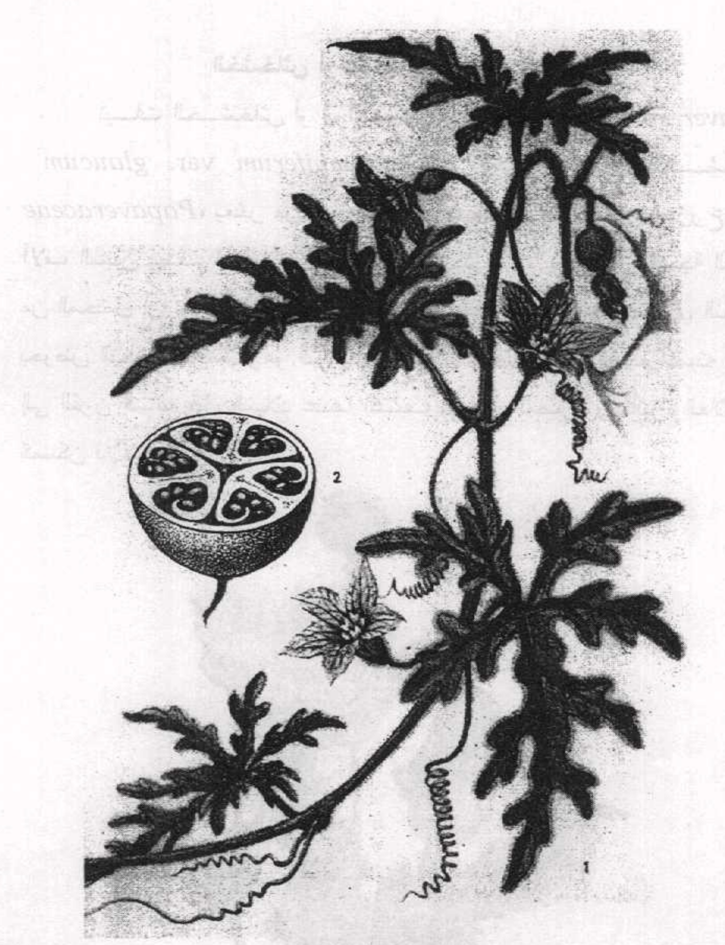
عفينة – العشب المكسيكى Mexican Tea

نبات عفينـــة *Chenopodium ambrosioides* L. var. *anthelminticum* (L.) A. Gray ينتمى إلى العائلة الرمرامية *Chenpodiaceae*، يرجع موطنه الأصلى إلى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية فى القارة الأمريكية، فضلا عن وسط وجنوب أوروبا. النبات عشبى حولى، يصل إرتفاعه إلى حوالى ١٠٠سم، غزير التفرع فى جزئه السفلى أوراقه بيضاوية مستطيلة الشكل ذات حافة غيـــر منتظمة التسنن، العليا منها ذات قاعدة ضيقة. يوجد على السطح السفلى للأوراق شعيرات غدية صفراء اللون تفرز زيتا طيارا. الأزهار فى نـــورات عنقوديـــة. تتميز النباتات برائحتها العفنة، إلا أنها ذات أهمية طبية حيث يـــستخدم منقـــوع النباتات خاصة الأفرع المزهرة، كعلاج طارد لديدان الإسكارس نظـــرا لوجـــود مادة اسكاريدول ascaridol فى الزيت الطيار. فضلا عن هذا، يستفاد من زيت عفينة الطيار فى مجال الطب البيطرى كمضاد للطفيليات وأميبا الأمعاء.

الحنظل colocynth

نبات الحنظل *Citrullus colocynthis* (L.) Schard. ينتمـــى إلـــى العائلة القرعية *Curcurbitaceae*، موطنه الأصلى جزر الكاب التى توجد فى مواجهة شواطئ غرب إفريقيا، وجزر الكنارى، وجنوب البحر المتوسط، وشـــبه الجزيرة العربية، فضلا عن الهند وجنوب غرب آسيا. النبات عـــشبى معمـــر، أحادى المسكن، ساقه زاحفة، مضلعة، خشنة الملمس نظـــرا لوجـــود شـــعيرات

كثيفة. الحزم الوعائية ذات جانبين bicollateral bundles الأوراق متبادلـــة، مثلثة الشكل، مفصصة إلى فصوص عميقة يتراوح عددها بين ٣- ٧ فـــصوص (شكل ٦٩). وهى عديمة الأذنات، يخرج من آباطها محاليق قد تكون متفرعـــة. الأزهار مفردة، وحيدة الجنس، ذات أنبوبة تويجية ناقوسية الشكل، صفراء اللون، مفصصة لدى قمتها. الثمرة لبية قرعية pepo تنشأ عن مبيض سفلى يتركب من ثلاث كرابل ملتحمة. تحتوى الثمرة على عدة صفوف من بذور بنية اللون توجد منغرسة فى لب الثمرة والذى يمثل بدوره نسيجا غضا. الثمرة كرويـــة الـــشكل (شكل ٦٩)، ناعمة الملمس، خضراء اللون مزركشة باللون الأصفر وقد تـــصبح صفراء اللون عند النضج، وهى ذات طعم مر جدا. يعزى الطعم المر للب الثمار إلى احتوائه على مواد مرة ثلاثية التربين تسمى curcurbitacin، غالبا ما توجد فى صورة جليكوسيدية، وهى المسئولة بالتالى عن طبيعة الثمار السامة. فـــضلا عن هذا، توجد مركبات أخرى تنتمى إلى مجموعات الصابونينات ثلاثية التربين، والتى تساهم بدورها فى إكساب الثمار طعمها المر، كما يوجد أيـــضا بالثمـــار كولوسنثين colocynthin ($C_{56}H_{84}O_{23}$)، وكولوســـنثيدين colocynthidin. يحصل على الثمار غالبا من أصول برية. تتميز المواد الفعالة سابقة الذكر والتى توجد فى ثمار الحنظل بأهمية طبية خاصة، إذ يستعمل لب الثمار بعد تجفيفه فى علاج حالات الإمساك المزمن الناتج عن اضطراب إفرازات المرارة. فضلا عن هذا، يستفاد من الثمار الناضجة فى علاج مرض اليرقان وذلك بإستعمال قطرات من عصير لب الثمار تؤخذ عن طريق الأنف.



شكل (٦٩): نبات الحنظل

من جهة أجرى، يجب مراعاة تحديد كمية العقار المناسبة للحالات المرضية، نظرا لطبيعة النبات السامة، إذ أن المواد الفعالة لثمار الحنظل تتميز بتأثير مهيج للمعدة والأمعاء وتسبب الإسهال.

الخشخاش أو أبوالنوم opium poppy

نبـــات الخـــشخاش أو أبوالنـــوم *Papaver somniferum* L. ssp. *somniferum* var. *glaucum* ينتمـــى إلـــى العائلـــة الخـــشخاشية *Papaveraceae*، يعتبر من أقدم النباتات الإقتصادية الهامة التى تـــزرع منـــذ آلاف السنين بهدف استخلاص زيت ثابت يوجد مخزنا بوفرة فى أنسجة البذور. من المحتمل أن تكون نشأته قد نتجت عن أحد أنواع جنس *Papaver*. الناميـــة بحوض البحر المتوسط وهو النوع *Papaver setigerum*. ترجع أهميته الطبية إلى القرن السابع قبل الميلاد عندما اكتشف الأطباء المصريون تأثيره العلاجـــى كمسكن للآلام.



شكل (٧٠): نبات الخشخاش

تعتبر كل من تركيا، والهند وأفغانستان، فضلا عن دول جنوب شـــرق، وشرق آسيا، مناطق إنتاجه الرئيسية. نبات الخشخاش عشبى حولى، يبلغ إرتفاعه حوالى ٩٠سم أو أكثر، ساقه قائمة، أوراقه بسيطة، مفصصة ريشيا ذات حافــة مسننة (شكل ٧٠) الأوراق السفلى معنقة، والعليا جالسة محيطة بالساق. الأزهار مفردة، ذات لون أبيض أو أحمر أو قرمزى، تتميز بأن أوراق كل مـــن الكـــأس والتويج تكون مختزلة العدد (٢ أو ٣ أوراق زهرية فقط). الطلع عديد الأســدية المنفصلة، والمتاع يتركب من كرابل عديدة ملتحمة، والوضع المشيمى جدارى. الثمرة علبة capsule (شكل ٧٠) بيضاوية الشكل، مستديرة القاعدة، ذات قمــة عليها خطوط واضحة، وهى عديدة البذور.

ترجع أهمية نبات الخشخاش إلى وجود الأفيون opium الذى يحــصل عليه من الحليب النباتى للثمار غير الناضجة حيث تشق الثمـــار العلبـــة غيـــر الناضجة، وبالتالى يسيل منها حليب نباتى أبيض اللون، ثم يجفف مكونا الأفيون. يحتوى الأفيون على عدة قلويدات هامة منها المورفين morphine وهو القلويد الرئيسى للأفيون، ويستعمل كمهدئ للأعصاب. تبلغ نسبة المورفين فى الأفيـــون التجارى حوالى ١٢%، بينما تصل فى مسحوق الأفيون المستخدم صيدليا إلـــى ١٠%. يتراوح محتوى الأفيون الخام من القلويدات الكلية بين ٢٠-٣٠%. علاوة على المورفين، الأفيون يحتوى على مجموعة أخرى من القلويدات الهامة مثـــل كودايين codeine الذى يستفاد منه كمهدئ فى عقـــاقير الـــسعال، وبابـــافرين papaverine كمطهر، وإلى حد ما أيضا ناركوتين narcotine الذى يـــستخدم فى عقاقير السعال.

فضلا عما تقدم، يستفاد من أوراق النبات وثماره الناضجة فى استخلاص الأفيون، كما تمثل البذور فى آسيا منتجا ثانويا للأفيون. يستفاد من البذور فـــى استخلاص زيت طعام جيد المواصفات، كما أنه يـــستخدم أيـــضا فـــى بعـــض الأغراض الصناعية. تتركز المناطق الرئيسية لإنتاج البذور والزيت فـــى آســـيا

ومنطقة البلقان. من جهة أخرى، ينبغى مراقبة زراعة الخشخاش فـى منـاطق إنتاجه الرئيسية مثل تركيا، والهند وغيرها، وذلك لمنع إساءة إستخدام الأفيـون ومشتقاته القلويدية الأخرى مثل الهيروين heroine فى مجال المخدرات.

الكينا

يعتبر التصنيف النباتى للأنواع المنزرعة من الكينا أمرا عسيرا، إذ أنـه غالبا ما تزرع الهجن التى يتم إكثارها خضريا، وأهمها ما يلى:

١- *Cinchona calisaya* Wedd. وفيها يصل محتوى القلـف مـن مـادة chinidin إلى ٣%، ومن القلويدات الكلية إلى ١٠%.

٢- *Cinchona ledgeriana* Moens ex Trim. وتتميـز بمحتـوى مـن القلويدات الكلية يصل إلى ١٦%، إلا أن محتواها مـن *Chinidin* يكـون منخفضا.

٣- *Cinchona pubescens* Vahl ويستفاد منه كثيـرا كأسـاس لعمليـات الإنتخاب أثناء الإكثار الخضرى.

نبات الكينا شجرة متوسطة الحجم، دائمة الخضرة، تنتمى إلى عائلة البن *Rubiaceae*، موطنها الأصلى المناطق الحارة من أمريكا الجنوبيـة، خاصـة بيرو. تتركز مناطق زراعتها الرئيسية حاليا فى بوليفيا، والإكـوادور، وبيـرو، وزائير، والهند، وإندونيسيا، وروسيا الإتحادية.

ترجع أهمية هذا النبات إلى القلف الذى يسمى قلف بيرو، حيث يستخرج منه قلويدات إندوليـة مثـل chinine، chinidine، cinchonidine. جـدير بالذكر، أن هذه القلويدات توجد مخزنة فى قلف كل من الجذور والساق.

فضلا عن هذا، تحتوى الأوراق أيضا على قلويدات ثانوية، عبارة عـن مشتقات إندولية حقيقية cinchonamine. يـستفاد مـن قلـف نبـات الكينـا لاستخلاص الكينين chinine ذو الأهمية الطبية. وبالرغم من أن الكينين لم يعد

الوسيلة الوحيدة لعلاج الملاريا، إلا انه لا يزال يمثل عقارا هاما لعلاج الحمـــى واضطرابات القلب.

من جهة أخرى، يستعمل قلف الكينا حاليا كمادة قابضة، حيــث يعــزى تأثيره القابض إلى جليكوسيد ثلاثى التربين ذى طعم لاذع يسمى chinovine.

السذب – فيجل rue

السذب *Ruta graveolens* L. var. *vulgaris* Willk ينتمـــى إلـــى العائلة السذبية *Rutaceae*، لم يعثر عليه فى حالة برية. النبات عشبى معمر أو شبه شجيرى، يبلغ إرتفاعه حوالى ٦٠سم، ذو رائحة مميزة نفاذة. أوراقه مركبة ريشية (شكل ٧١)، وريقاتها خضراء مزرقة أو مصفرة أحيانا. الأزهار صفراء إلى بيضاء اللون، توجد متجمعة على أفرع قصيرة. تنتشر غــدد زيتيـــة علـــى الأعضاء الخضرية والزهرية للنبات حيث تحتوى على زيت طيـــار. الزهـــرة منتظمة، محيطاتها الزهرية خماسية الأوراق الزهرية، إلا أن الطلع يتركب مـــن عشر أسدية توجد فى محيطين، أما المتاع فهو يتركب من خمس كرابل ملتحمة، ويوجد قرص غدى أسفل المبيض إلى الخارج من الأسدية. الثمرة لبية من نـــوع خاص عديدة البذور.

العضو النباتى ذو الأهمية الطبية هو الأوراق لاحتوائها علـــى قنـــوات إنفصالية إنقراضية تحتوى على زيت طيار، فضلا عن مـــادة الـــروتين rutin. يتركز إنتاج الزيت الطيار فى كل من أسبانيا والجزائر حيث يكثر استخدامه فى الطب الشعبى كمهدئ للآلام ومسكن فى حالات الصداع النصفى. فضلا عن هذا، تستخدم أوراق السذب فى علاج بعض مشاكل الدورة الدموية، نظـــرا لاحتـــواء الأوراق على مادة synephrine ذات التأثير المنشط للدورة الدموية والتى تعمل بالتالى على إزالة الاحتقان الدموى. كما يستفاد من منقوع النبات فى علاج بعض حالات الإلتهابات الجلدية.

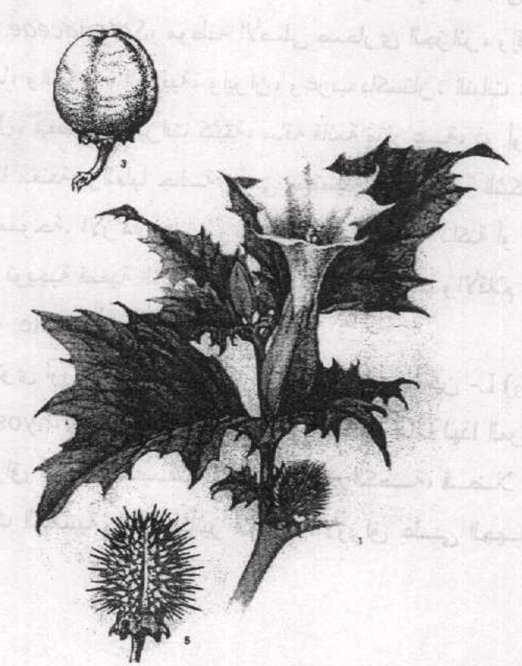
من جهة أخرى، يستفاد من الزيت الطيار بكميات قليلة، فـــى صـــناعة العطور، وكمعطر لبعض مستحضرات التجميل.



شكل (٧١): نبات السذب

الداتورة **common thorn apple**

نبات الداتورة *Datura stramonium* L. ينتمى إلى العائلة الباذنجانية *Solanaceae*، موطنه الأصلى المكسيك والمناطق الإستوائية الأمريكية. النبات عشبى حولى (شكل ٧٢)، يتراوح ارتفاعه بين ١,٥٠ – ٤,٠٠ متر، ساقة قائمة، مجوفة، كثيرة الزغب. الأوراق بسيطة، متبادلة، بيضاوية إلى مستطيلة، ذات حواف متموجة، يغطى سطحيها طبقة وبرية. الأزهار مفردة فى آباط الأوراق، كبيرة الحجم، ذات تويج قمعى الشكل، تتراوح ألوانها بين الأبيض والمصفر أو القرنفلى. الثمرة علبة capsule تتفتح عند نضجها مصراعيا، وهى بيضاوية الشكل ذات أشواك كثيرة، وتحتوى على عديد من بذور ذات لون بنى فاتح أو أسود.



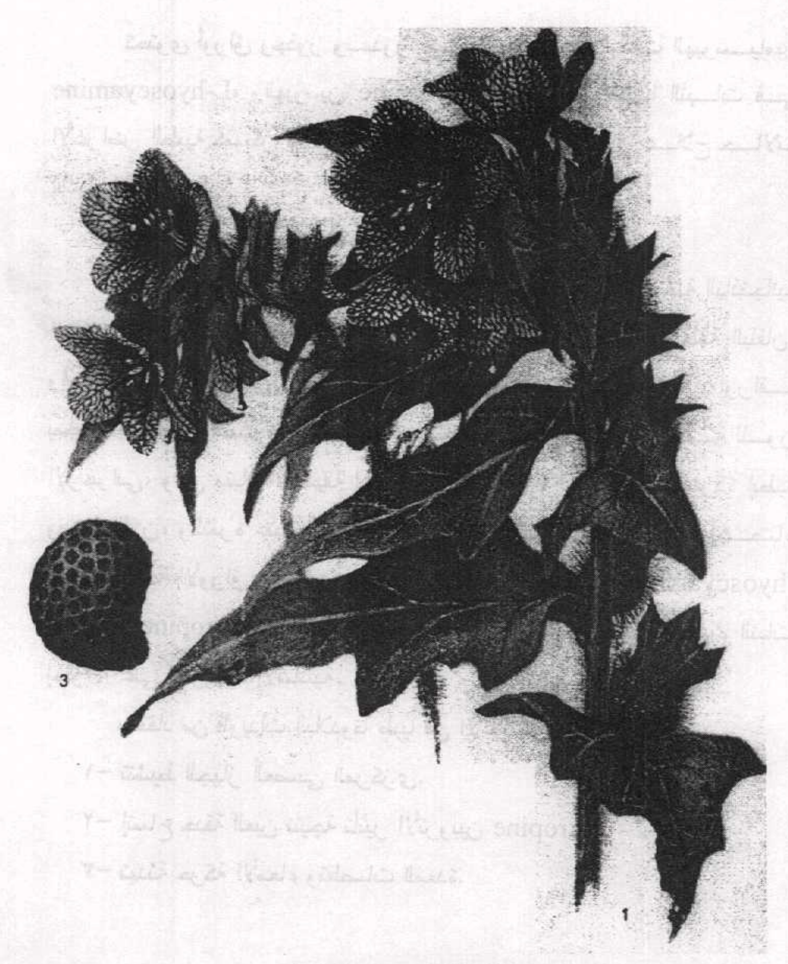
شكل (٧٢): نبات الداتورة

تحتوى أوراق وبذور النبات وكذلك جذوره على مجموعة قلويدات أهمها هيوسيامين hyoscymanine، وهيوسين hyoscine، وأتـــروبين atropine، فضلا عن مواد دباغية وزيت ثابت يوجد مخزونا فى إندوسبرم البذرة. يستعمل الهيوسين hyoscine كعقار فى حالات التخدير الموضعى عند الــولادة، نظـــرا لتأثيره على الجهاز العصبى المركزى. كما تستعمل الأوراق الجافة للنبات فـــى تخفيف حدة نوبات الألم، حيث تجهز فى صورة لفائف وتدخن مثـــل الـــسجاير، وأحيانا، تحرق الأوراق والأزهار ثم يستنشق دخانها المتصاعد.

السكران egyptian henbane

نبات الـــسكران *Hyoscyamus muticus* L. ينتمـــى إلـــى العائلـــة الباذنجانية *Solanaceae*، موطنه الأصلى صحارى الجزائر، وإقليم النوبة فـــى مصر العليا، والجزيرة العربية، وإيران، وغرب باكستان. النبات عشبى حولى أو ثنائى الحول، مغطى بشعيرات كثيفة، ساقه قائمة متفرعـــة، ذو أوراق بـــسيطة، السفلى منها معنقة، والعليا جالسة، وهى مستطيلة إلى رمحية الشكل (شكل ٧٣)، ذات حافة مموجة. الأزهار فى نورات محدودة، بنفسجية داكنة أو فاتحة اللـــون، ذات أنبوبة تويجية قمعية الشكل، تبرز من خلالها المتوك والأقلام إلى الخـــارج. الثمرة علبة capsule عديدة البذور.

تحتوى أوراق النبات بصفة رئيسية على هيوسيامين -L ($C_{17}H_{23}NO_3$) hyoscyamine، إذ يمثل هذا النوع النباتى مصدرا هاما لهذا المركب القلويدى. تستعمل أوراق النبات لتخفيـــف الآلام وعـــلاج الكحـــة، فـــضلا عـــن عـــلاج الاضطرابات العصبية، نظرا لتأثير قلويدات الأوراق علـــى الجهـــاز العـــصبى المركزى.



شكل (٧٣): نبات السكران

من جهة أخرى، يوجد نوع آخر من السكران يسمى *Hyoscyamus niger* L.، موطنه الأصلى أوروبا، وغرب وشمال آسيا حتى الهيمالايا، فضلا عن شمال إفريقيا. النبات عشبى حولى أو ذو حولين، تنتشر زراعته فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية خاصة إستراليا وأمريكا الشمالية.

تحتوى أوراق وجذور وبــذور النبــات علـــى قلويـــدات الهيوســـيامين L-hyoscyamine، والهيوسين hyoscine. يستفاد مـــن هـــذا النبـــات فـــى الأغراض الطبية كمسكن للآلام، ومضاد للتقلصات، فضلا عن عـــلاج حـــالات اضطراب الرؤية.

البلادونا belladonna

نبات البلادونا *Atropa bella-donna* L. ينتمى إلى العائلة الباذنجانية *Solanaceae*. موطنه الأصلى غرب ووسط وجنوب أوروبا، ومنطقة البلقان، وآسيا الصغرى، وإيران، وشمال إفريقيا. وهو نبات عـــشبى معمـــر، أوراقـــه بسيطة، بيضاوية الشكل، كاملة الحافة، ذات لون أخضر داكن أو مائلـــة للـــون الإرجوانى، وهى متبادلة، ضيقة لدى قاعدتها (شكل ٧٤). الأزهار مفردة إبطية وردية اللون، والثمرة عنبة (لبية) berry البذور عديدة. تحتوى جميع أعـــضاء النبات خاصة الأوراق والجذور على قلويدات مثل هيوسيامين hyoscyamine، وأتروبين atropine، وهيوسين hyoscine، وتعتبر السيقان أقل أعضاء النبات إحتواءا على القلويدات الأساسية.

يستفاد من قلويدات البلادونا طبيا فى الأغراض التالية:

١- تنشيط الجهاز العصبى المركزى.

٢- إتساع حدقة العين نتيجة تأثير الأتروبين atropine.

٣- تهدئة حركة الأمعاء وتقلصات المعدة.



شكل (٧٤): نبات البلادونا

المراجع

أولا: المراجع العربية:

١. الحديدى، مصطفى صالح، محمد نصر هلالى، عرفه أحمد عرفه، مورفولوجيا النباتات الزهرية، دار المريخ للنشر والتوزيع –الرياض السعودية ١٩٩٤.

٢. الحديدى، مصطفى صالح، محمد نصر هلالى، عرفه أحمد عرفه، النبات الإقتصادى (مذكرات) كلية الزراعة، جامعة المنصورة – المنصورة ١٩٨٥.

٣. عرفه، أحمد عرفه، مورفولوجيا نباتات التوابل، المكتبة العصرية، المنصورة، ٢٠٠٤.

٤. عرفه، أحمد عرفه، رمضان فوده، تقسيم نبات – مركز التعليم عن بعد – كلية الزراعة – جامعة المنصورة – المنصورة ٢٠٠٣.

٥. قنديل، السيد عزت، عبدالوهاب السيد، سمير على توفيق، حسين إبراهيم علـى، إبـراهيم خير الله، أساسيات تصنيف الأشجار وتعريف الأخشاب، منشأة المعـارف، الإسـكندرية، ١٩٩٠.

٦. هيكل ، محمد السيد، عبدالله عبدالرازق عمر، النباتات الطبية والعطرية، منشاة المعارف، الإسكندرية، ١٩٧٧.

المراجع الأجنبية:

1. Arafa, A. A. (1976). Secondary Growth and Periderm Formation in some Herbaceous Species of the *Solanaceae*. M. Sc., Cairo Univ., Egypt.
2. Arafa, A. A. (1982). Studies on the Effects of Certain Growth Substances on the Morphology and Volatile Compounds of some Aromatic Plants. Ph. D. Mansoura Univ., Egypt.
3. Colbey, L. S. (1976). An Introduction to the Botany of Tropical Crops. 2nd Ed. Longman, London.
4. Esau, K. (1965). Plant Anatomy. John Wiley and Sons. INC, London, New York.
5. Esau, K. (1977). Anatomy of seed plants. 2nd Ed. John Wiley and Sons. New York, London.

6. Fahn, A. (1977). Plant Anatomy 2nd Ed. Pergamon Press. Oxford.

7. Franke, G. (1981). Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. II. 3. Auflage. S. Hirzel Verlag, Leipzig, Germany.

8. Franke, W. (1997). Nutzpflanzenkunde. 6. Auflage. Thieme Verlag, Stuttgart, Germany.

9. Frohne, D. and U. Jensen (1998). Systematic des Pflanzenreichs. 5. Auflage. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mBH Stuttgart, Germany.

10. Leistner, E. and S. W. Breckle (1997). Pharmazeutische Biologie I. 5. Auflage Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany.

11. Melchior, H. and H. Kastner (1974). Gewuerze. Verlag Paul Parey, Berlin.

12. Rehm, S. and G. Espig (1996). Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. 3. Auflage. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart, Germany.

13. Stary, F. (1983). Giftpflanzen. Werner Dausien – Hanau.

14. Strasburger (2002). Lehrbuch der Botanik. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany.

15. Tronickova, E. (1985). Gemusese. Werner Dausien-Hanau.

محتويات الكتاب

تابع محتويات الكتاب

محتويات الكتاب

تابع محتويات الكتاب

تابع محتويات الكتاب